T 5-277

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO

ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO

Manual Técnico

PONTE DE PAINÉIS TIPO BAILEY, M2 1ª PARTE MONTADA SOBRE SUPORTES FIXOS

1ª Edição

1979

Digitalizado com CamScanner

T 5-277

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO
ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO

Manual de Técnico

PONTE DE PAINÉIS
TIPO BAILEY, M2
1ª PARTE
MONTADA SOBRE SUPORTES FIXOS

1ª Edição

1979

Preço: R$

CARGA

EM ___/___/___

Digitalizado com CamScanner

Portaria Nº 046-EME de 30 de julho de 1979

MANUAL TÉCNICO T 5-277 – 1ª PARTE
(APROVAÇÃO)

O CHEFE DO ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO, usando da atribuição que lhe confere o artigo 55 das "Instruções Gerais para as Publicações do Ministério do Exército" (IGPMEx), aprovadas pela Portaria Ministerial nº 1.335, de 04 de setembro de 1975,

R E S O L V E

1. Aprovar o Manual Técnico T 5-277 – PONTE DE PAINÉIS TIPO BAILEY, M2 – 1ª Parte – MONTADA SOBRE SUPORTES FIXOS, 1ª Edição, 1979.

2. Revogar a Port nº 088 EME, de 06 de dezembro de 1977.

Gen Ex ERNANI AYROSA DA SILVA
Chefe do EME

Digitalizado com CamScanner

NOTA

Solicita-se aos usuários a apresentação de sugestões visando ao aperfeiçoamento deste manual.

As observações deverão referir-se à página, ao parágrafo e à linha do texto e ser acompanhadas dos comentários apropriados para entendimento, avaliação ou justificação das mesmas.

O usuário deve enviar suas observações diretamente ao EME, de acordo com o Art 71 das IGPMEx.

Digitalizado com CamScanner

ÍNDICE DOS ASSUNTOS

			Prf	Pag
CAPÍTULO	**1**	**– GENERALIDADES**		
ARTIGO	I	– Introdução	1–1 a 1–3	1–1
ARTIGO	II	– Descrição e emprego	1–4 a 1–6	1–2
CAPÍTULO	**2**	**– DESCRIÇÃO DA EQUIPAGEM**		
ARTIGO	I	– Componentes estruturais da ponte	2–1 a 2–25	2–1
ARTIGO	II	– Material de lançamento	2–26 a 2–38	2–12
CAPÍTULO	**3**	**– TIPOS DE PONTES – DESCRIÇÃO E CLASSE**		
ARTIGO	I	– Tipos de pontes	3–1	3–1
ARTIGO	II	– Pontes de tabuleiro inferior	3–2 e 3–3	3–1
ARTIGO	III	– Pontes de tabuleiro superior	3–4 e 3–5	3–3
ARTIGO	IV	– Pontes reforçadas	3–6 e 3–7	3–3
ARTIGO	V	– Pontes sobre pilares	3–8 e 3–9	3–4
ARTIGO	VI	– Restrições técnicas e precauções	3–10 e 3–11	3–4
CAPÍTULO	**4**	**– TIPOS DE CARREGAMENTO DA EQUIPAGEM**	4–1 a 4–3	4–1
CAPÍTULO	**5**	**– LOCAIS DE LANÇAMENTO**	5–1 a 5–4	5–1
CAPÍTULO	**6**	**– DESTACAMENTOS DE TRABALHO E TEMPO GASTO NAS OPERAÇÕES**		
ARTIGO	I	– Organização dos destacamentos de trabalho	6–1 e 6–2	6–1
ARTIGO	II	– Deveres das turmas e tempo de construção	6–3 e 6–4	6–1
CAPÍTULO	**7**	**– TRABALHOS PRELIMINARES**		
ARTIGO	I	– Disposição do material	7–1 e 7–2	7–1
ARTIGO	II	– Colocação dos roletes e apoios	7–3 a 7–5	7–2
ARTIGO	III	– Emprego do gabarito para demarcar o canteiro de trabalho	7–6 e 7–7	7–9
ARTIGO	IV	– Organização do canteiro de trabalho	7–8 a 7–10	7–10
CAPÍTULO	**8**	**– FUNDAÇÕES E APOIOS**		
ARTIGO	I	– Fundações dos roletes de lançamento e placas-base	8–1	8–1
ARTIGO	II	– Apoios	8–2 e 8–3	8–5
ARTIGO	III	– Cálculo das fundações	8–4 e 8–5	8–7
CAPÍTULO	**9**	**– MONTAGEM DAS PONTES DE ANDAR SIMPLES**		
ARTIGO	I	– Generalidades	9–1 a 9–4	9–1
ARTIGO	II	– Nariz de lançamento	9–5 e 9–6	9–1
ARTIGO	III	– Montagem da ponte dupla-simples	9–7 a 9–9	9–3
ARTIGO	IV	– Montagem da ponte tripla-simples	9–10 a 9–13	9–7
ARTIGO	V	– Lançamento e abaixamento das pontes de andar simples	9–14 e 9–15	9–8
ARTIGO	VI	– Rampas	9–16 e 9–17	9–14
ARTIGO	VII	– Conversão de pontes	9–18 a 9–20	9–15

Digitalizado com CamScanner

			Prf	Pag
CAPÍTULO	10	– MONTAGEM DE PONTES DE ANDAR DUPLO		
ARTIGO	I	– Generalidades	10–1 a 10–6	10–1
ARTIGO	II	– Nariz de lançamento	10–7 e 10–8	10–1
ARTIGO	III	– Montagem da ponte dupla-dupla	10–9 a 10–12	10–2
ARTIGO	IV	– Montagem da ponte tripla-dupla	10–13 a 10–16	10–4
ARTIGO	V	– Lançamento e abaixamento das pontes de andar duplo	10–17 e 10–18	10–4
ARTIGO	VI	– Reforçamento das pontes	10–19 e 10–20	10–5
CAPÍTULO	11	– MONTAGEM DE PONTES DE ANDAR TRIPLO		
ARTIGO	I	– Generalidades	11–1 a 11–6	11–1
ARTIGO	II	– Nariz de lançamento	11–7 e 11–8	11–2
ARTIGO	III	– Contraventamento superior	11–9 a 11–11	11–2
ARTIGO	IV	– Montagem da ponte dupla-tripla	11–12 a 11–14	11–2
ARTIGO	V	– Montagem da ponte tripla-tripla	11–15	11–3
ARTIGO	VI	– Lançamento e abaixamento das pontes de andar triplo	11–16 e 11–17	11–5
ARTIGO	VII	– Montagem de pontes de andar pendente	11–18 a 11–20	11–5
CAPÍT	12	– ESTRADA DE ACESSO	12–1 a 12–3	12–1
CAPÍTULO	13	– PONTES DE DUAS VIAS OU DUAS FAIXAS DE TRÁFEGO	13–1 a 13–12	13–1
CAPÍTULO	14	– PONTES DE TABULEIRO SUPERIOR TIPO PLATAFORMA	14–1 a 14–6	14–1
CAPÍTULO	15	– PONTES FERROVIÁRIAS	15–1 a 15–7	15–1
CAPÍTULO	16	– PONTES REFORÇADAS	16–1 a 16–4	16–1
CAPÍTULO	17	– PONTES SOBRE PILARES		
ARTIGO	I	– Pontes descontínuas	17–1 a 17–9	17–1
ARTIGO	II	– Pontes contínuas	17–10 a 17–15	17–9
CAPÍTULO	18	– PILARES E TORRES DE PAINÉIS	18–1 a 18–8	18–1
CAPÍTULO	19	– PROCESSOS ESPECIAIS DE LANÇAMENTO	19–1 a 19–11	19–1
CAPÍTULO	20	– LANÇAMENTO POR VIGAS SUCESSIVAS	20–1 a 20–7	20–1
CAPÍTULO	21	– CONTROLE DE TRÁFEGO	21–1 a 21–3	21–1
CAPÍTULO	22	– MANUTENÇÃO DA EQUIPAGEM E DAS PONTES	22–1 a 22–2	22–1
CAPÍTULO	23	– REPARAÇÃO DAS PONTES DANIFICADAS		
ARTIGO	I	– Classe das pontes avariadas	23–1 a 23–6	23–1
ARTIGO	II	– Reparação das pontes	23–7 a 23–9	23–3
CAPÍTULO	24	– DESMONTAGEM E SUBSTITUIÇÃO DE PONTES	24–1 e 24–2	24–1
CAPÍTULO	25	– DEMOLIÇÃO DE PONTES E DESTRUIÇÃO DOS COMPONENTES	25–1 a 25–4	25–1
CAPÍTULO	26	– EMPREGO DE CIRCUNSTÂNCIA	26–1 a 26–7	26–1

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

ARTIGO I

INTRODUÇÃO

1-1. FINALIDADE

a. Este manual destina-se a orientar a instrução, o planejamento, a montagem e desmontagem das Pontes de Painéis tipo Bailey M2.

b. O manual descreve as partes componentes, os processos de carregamento, os métodos de montagem e lançamento da equipagem. Além de abordar os aspectos da construção da ponte NORMAL (ponte de tabuleiro inferior), focaliza o emprego dos componentes da equipagem em construções especiais, tais como:

(1) Pontes de duas vias.
(2) Pontes de tabuleiro superior.
(3) Pontes ferroviárias.
(4) Pontes apoiadas sobre pilares.
(5) Pontes sobre suportes flutuantes.
(6) Construção de pilares treliçados de painéis.
(7) Processos especiais de lançamento.
(8) Outros empregos da equipagem.

NOTA – O Manual Técnico T 5-277 – PONTE DE PAINÉIS TIPO BAILEY – 2ª Parte – MONTADA SOBRE SUPORTES FLUTUANTES, pormenoriza a utilização do material BAILEY com o emprego de uniflotes.

1-2. ABREVIATURAS

Além das abreviaturas e símbolos previstos no manual C 21-30 – Abreviaturas, Símbolos e Convenções Cartográficas, são utilizados neste manual mais os seguintes:

Pés	′
Polegadas	″
Libra	lb
Toneladas curtas	Sh Ton
Simples-Simples	SS
Dupla-Simples	DS
Tripla-Simples	TS
Dupla-Dupla	DD
Tripla-Dupla	TD
Dupla-Tripla	DT
Tripla-Tripla	TT
Quádrupla-Simples	QS
Quádrupla-Dupla	QD
Quádrupla-Tripla	QT

1-3. HISTÓRICO

a. Ao iniciar-se a Segunda Guerra Mundial, o Exército Norte-Americano possuía apenas um tipo de ponte tática pré-fabricada, que apresentava várias limitações. A necessidade de construção de pontes em curto prazo e sobre vãos mais largos levou ao aproveitamento da ponte Bailey M1, de fabricação inglesa. Já ao final da guerra, a largura da ponte M1 (3,21 m ou 10′-7″) tornou-se limitada para as viaturas existentes. Em conseqüência, foi fabricada uma ponte com a mesma estrutura, Bailey tipo M2, mais larga (3,81 m ou 12′-6″). Recentemente, o Exército Inglês adotou, como padrão, uma ponte ainda mais larga, denominando-a de Bailey tipo M3 (4,19 m ou 13′-9″ de largura).

b. O Exército Brasileiro dispõe de material Bailey M2 de fabricação inglesa, norte-americana e nacional.

Digitalizado com CamScanner

Fig 1-1. Viatura atravessando uma Ponte Bailey Tripla-Dupla (TD).

ARTIGO II

DESCRIÇÃO E EMPREGO

1-4. DESCRIÇÃO GERAL

a. Partes componentes – a ponte é constituída por duas vigas principais, treliçadas, que suportam um tabuleiro central com a pista de rolamento.

(1) As treliças de cada viga são formadas por painéis de 3,04 m (10') de comprimento, fixadas entre si por meio de pinos.

(2) As vigas transversais do tabuleiro, denominadas travessas, são fixadas por braçadeiras à mesa inferior dos painéis, para suportar os estrados de viga de tabuleiro e os pranchões.

(3) Entre as duas vigas principais treliçadas, colocam-se contraventamentos diagonais para evitar a torção horizontal da ponte. As escoras (colocadas entre os painéis e as travessas), os quadros de contraventamento e as chapas de ligação (colocadas entre as linhas de painéis) asseguram o escoramento lateral.

(4) A equipagem é constituída de trinta e três componentes estruturais e trinta peças de material de lançamento, descritos no Capítulo 2.

b. Material estrutural – os painéis, pontes terminais, travessas e estrados de vigas são de aço especial, de baixo teor de carbono e alta resistência. O material predominante no tabuleiro é a madeira. As demais peças estruturais são de aço carbono.

Digitalizado com CamScanner

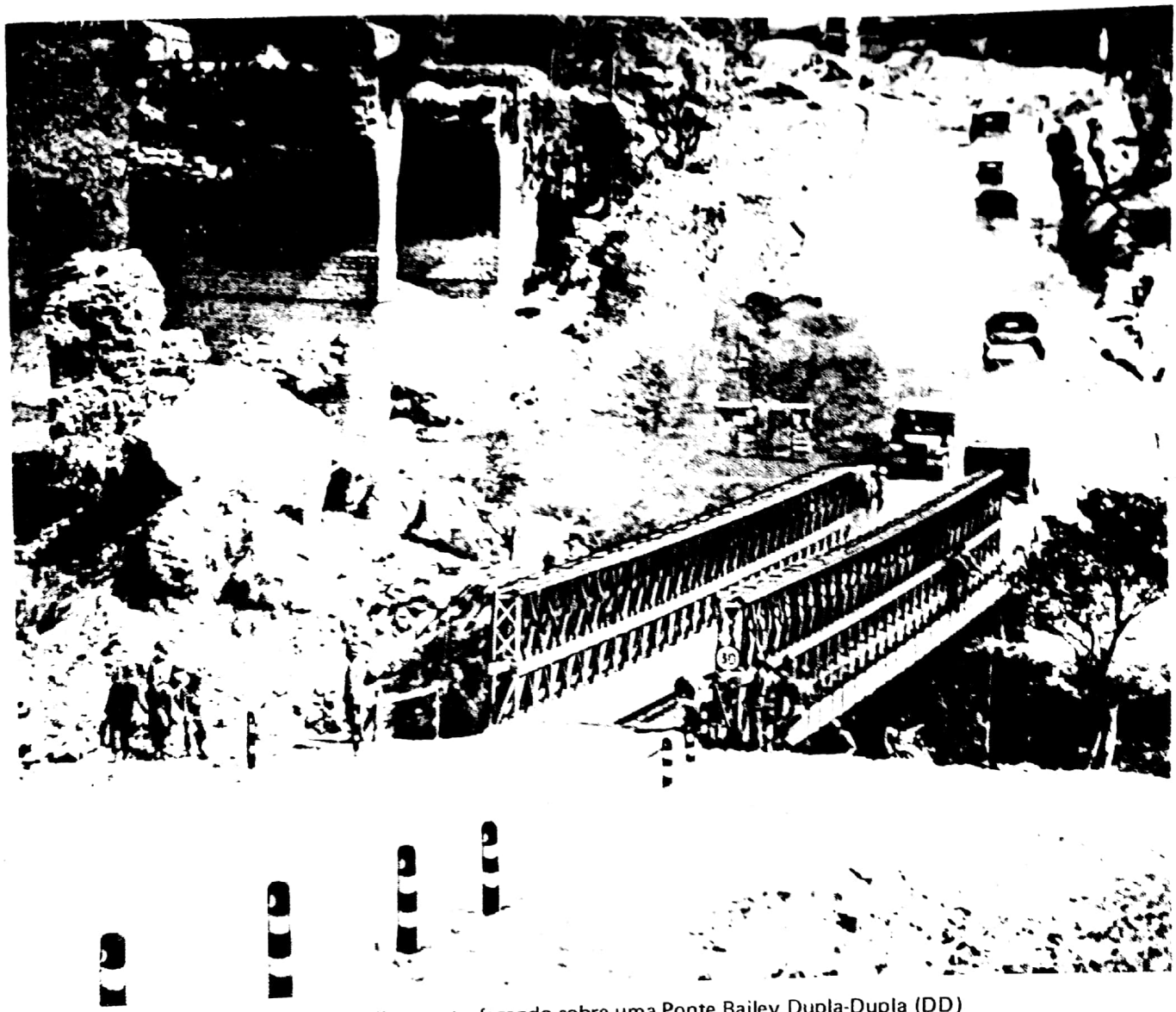


Fig 1-2. Viaturas trafegando sobre uma Ponte Bailey Dupla-Dupla (DD)

c. Treliças – o vigamento principal (em cada lado da ponte) pode ser montado a partir de uma treliça simples ou de duas ou três treliças colocadas lado a lado. Para dar maior capacidade à ponte, podem ser acrescentados um segundo ou terceiro andar de treliças, possibilitando a construção de vários tipos de pontes, conforme o quadro adiante (Pg 1-4), e mostrados, em corte, na Fig 1-6.

d. Tabuleiro – a pista de rolamento, limitada pelas vigotas de rodapé, tem 3,81 m (12'-6") de largura. As travessas que a suportam são normalmente apoiadas na mesa inferior do primeiro andar da treliça. No início e no fim da ponte são colocadas uma ou duas seções de rampa, cuja inclinação não deve exceder a relação 10:1 para carga até 50 Sh Ton (45,36 t) e 20:1 para cargas acima de 50 Sh Ton (45,36 t). Dos lados externos do vigamento principal podem ser construídas uma ou duas passadeiras para pedestres, com 0,762 m (2'-6") de largura.

e. Fundações – os postes terminais, situados nas treliças das extremidades da ponte, assentam-se sobre a parte cilíndrica dos berços colocados sobre as placas-base. Para aumentar a superfície de distribuição de carga, em solos inconsistentes, empregam-se peças de madeira de fundação, sob as placas-base. As pontes podem ser montadas entre margens de níveis diferentes. Neste caso, a inclinação longitudinal da ponte não poderá exceder a relação 30:1.

f. Peso – a Tabela 1-1 indica o peso por seção da ponte.

1-5. TIPOS DE ESTRUTURAS

A equipagem de pontes de painéis pode ser usada para construção de pontes fixas, pilares treliçados de painéis e torres. Com o uso de componentes especiais, po-

Digitalizado com CamScanner

TIPO		NOMENCLATURA(*)	ABREVIATURA
TRELIÇA	ANDAR		
Simples	Simples	Simples-Simples	SS
Dupla	Simples	Dupla-Simples	DS
Tripla	Simples	Tripla-Simples	TS
Dupla	Duplo	Dupla-Dupla	DD
Tripla	Duplo	Tripla-Dupla	TD
Dupla	Triplo	Dupla-Tripla	DT
Tripla	Triplo	Tripla-Tripla	TT

(*) O primeiro termo designa o número de linhas de treliça (horizontal) e o segundo o número de treliças na vertical (andar).

dem-se construir pontes sobre suportes flutuantes, pontes suspensas, pontes retrácteis e pontes móveis.

a. Montagem normal – a equipagem Bailey é, normalmente, empregada para montar pontes bi-apoiadas, de tabuleiro superior, em vãos de 9,14 m (30') até 64,01 m (210') de comprimento.

b. Montagens especiais

(1) Pontes – a equipagem Bailey pode, também, ser usada para montagem de pontes de duas vias e pontes de tabuleiro inferior, pontes de via única e tabuleiro superior, pontes ferroviárias, pontes sobre pilares e pontes sobre suportes flutuantes.

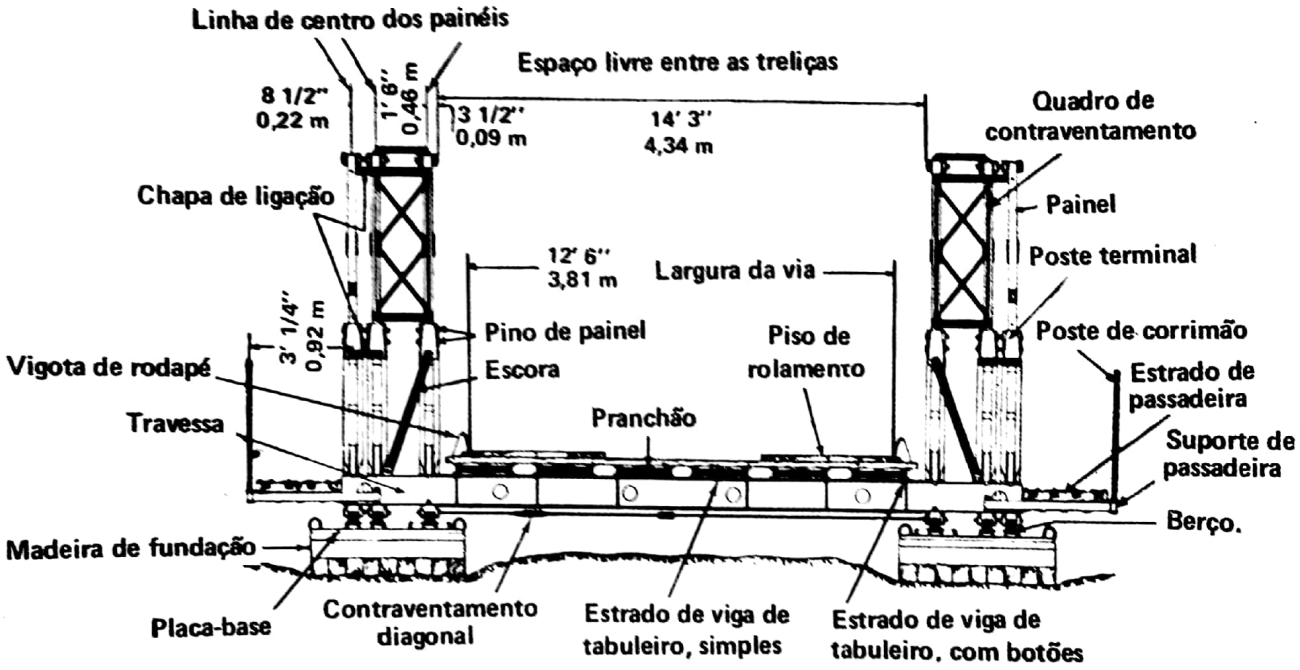


Fig 1-3. Ponte Bailey de tabuleiro inferior

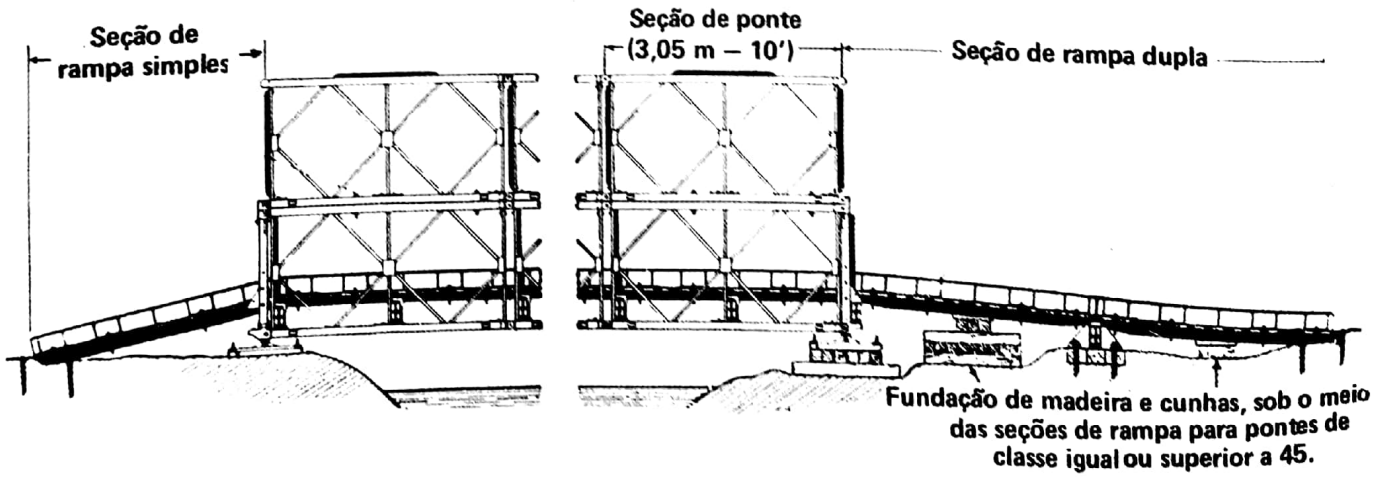


Fig 1-4. Ponte Bailey vista de perfil

Digitalizado com CamScanner

(2) Pilares — com a utilização dos componentes normais da equipagem, podem-se montar pilares de painéis de até 21,28 m (70') de altura, para apoiar, em vãos largos, trechos de pontes de vigas descontínuas.

(3) Outros empregos — os componentes de equipagem Bailey podem ser usados, eventualmente, para construção de viadutos, torres de ancoragem para pontes flutuantes, torres para aparelhos de carga, passarelas, andaimes, etc.

1-6. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

A ponte Bailey é usada tanto como ponte tática, quanto como ponte semipermanente. Suas principais características são:

— Facilidade e velocidade de construção.
— Mobilidade.
— Versatilidade.

a. Facilidade de construção — cada componente da equipagem é uma peça construída com características padronizadas e pode ser colocada na seção de ponte que está sendo montada, sem a possibilidade de confusão por parte dos executantes. Normalmente, a construção dispensa o uso de qualquer equipamento pesado, exceção feita para pontes de triplo andar (DT ou TT) e montagens especiais.

b. Velocidade de construção — é uma de suas principais vantagens. Os componentes pré-fabricados e as tabelas existentes permitem rápido planejamento e montagem. Com emprego de tropas bem adestradas nas técnicas de construção, obtém-se excelente rendimento.

c. Mobilidade — o emprego freqüente de pontes nas áreas mais avançadas de combate não permite o uso de equipamento pesado. Nestas circunstâncias, o material Bailey revela-se perfeitamente adequado, pois seus componentes podem ser transportados em viaturas, reboques ou mesmo conduzidos à mão, em pequenas distâncias.

d. Versatilidade — seus componentes podem ser utilizados na montagem de sete projetos de pontes bi-apoiadas para cobrir vãos de até 64,01 m (210'), ou para construir pilares de painéis, capazes de servir de apoio para pontes de maiores dimensões. O uso dos componentes da equipagem Bailey em construções improvisadas é limitado apenas pela imaginação de quem os emprega.

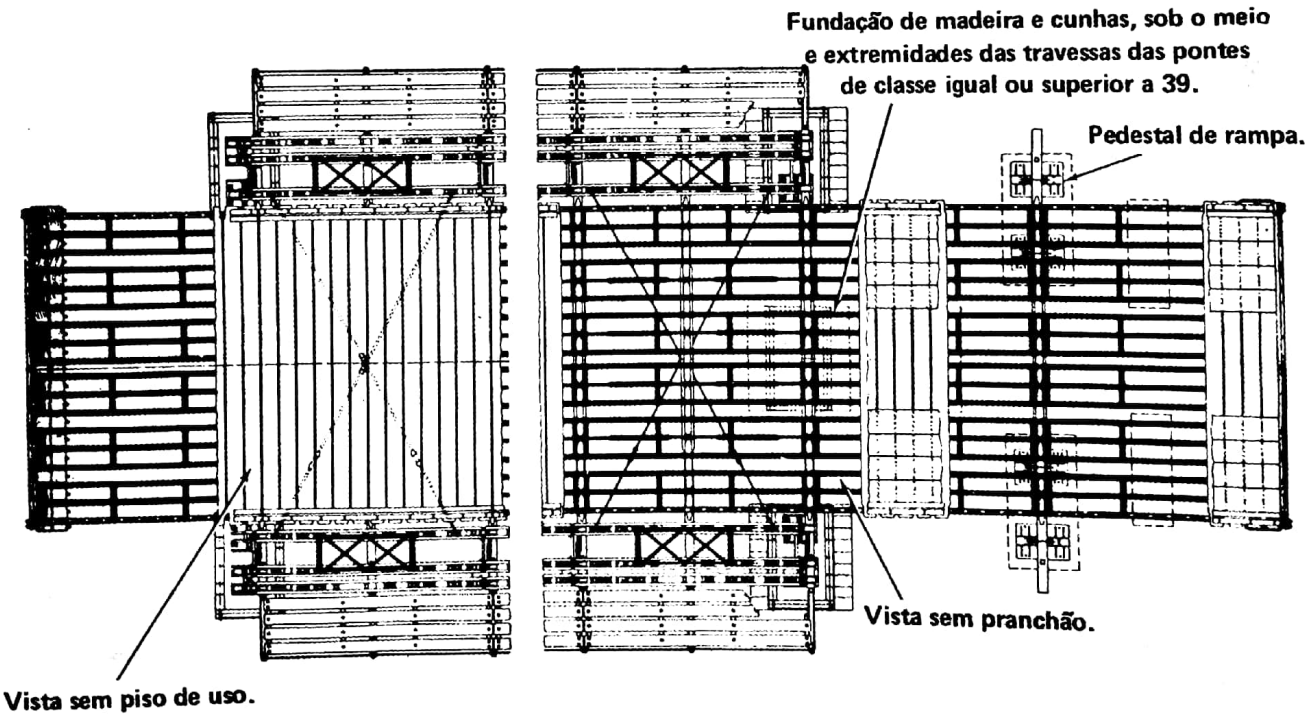


Fig 1-5. Ponte Bailey vista de cima

Digitalizado com CamScanner

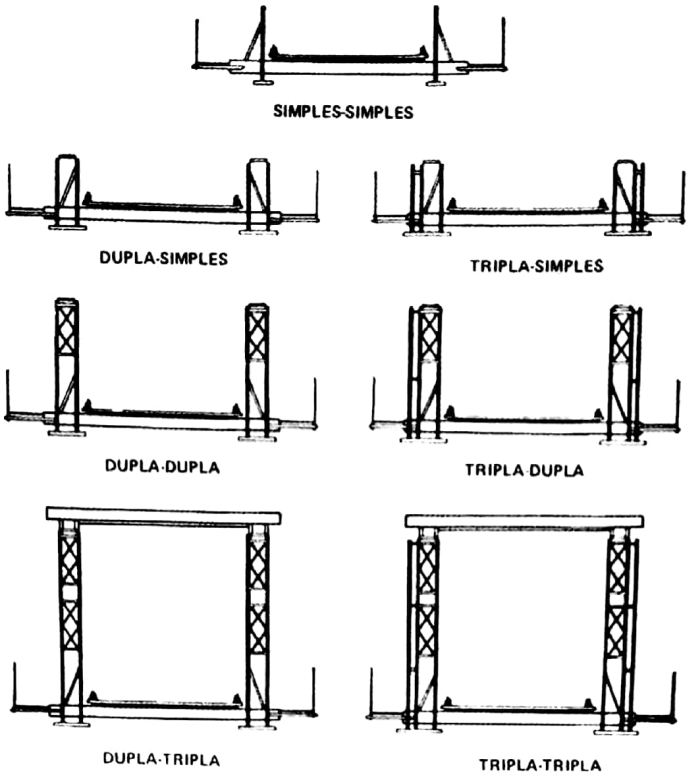


Fig 1-6. Tipos de pontes

Tab 1-1. Peso da Ponte de Painéis, tipo Bailey M2, por seção

Tipo (1)	Peso por Seção	
	Sh t	t
PONTE PROPRIAMENTE DITA		
– SS	2,76	2,504
– DS	3,41	3,094
– TS	4,01	3,638
– DD	4,66	4,227
– TD	5,88	5,334
– DT (2)	6,46	5,860
– TT (2)	8,29	7,520
NARIZ DE LANÇAMENTO		
– SS	1,00	0,907
– DS	1,64	1,488
– DD	2,90	2,631
MATERIAL DE TABULEIRO		
– Pranchões e vigotas de rodapé (de aço)	0,66	0,599
– Estrados de vigas	0,79	0,717
– Piso de uso (4 pranchas de 3" x 12" de cada lado	0.35	0,318
DIVERSOS		
– Passadeira de pedestre	0,17	0,154
– Contraventamento superior (suportes, travessas, contraventos diagonais e parafusos de contraventamento)	0,54	0,490

OBSERVAÇÕES – 1) Omitidos: piso de uso e a passadeira para pedestres.
2) Incluído o contraventamento superior.
3) A tonelada curta (Sh t) equivale a 907,185 kg.

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 2

DESCRIÇÃO DA EQUIPAGEM

ARTIGO I

COMPONENTES ESTRUTURAIS DA PONTE

2-1. GENERALIDADES

a. Os componentes estruturais e o material de lançamento da Ponte tipo Bailey M2 estão relacionados nas Tabelas 4-1 e 4-2. A mesma tabela define, ainda, a quantidade de cada componente da equipagem, dado importante para planejamento da armazenagem e transporte, bem como controle de dotação.

b. As figuras de números 2-1 a 2-24 ilustram os componentes e o material de lançamento da ponte. As figuras 2-25 a 2-27 mostram a localização dos componentes na ponte.

2-2. PAINEL

O painel (Fig 2-1) é a peça básica da equipagem. Consiste numa seção de treliça de aço, com 3,04 m (10') de comprimento, 1,54 m (5'-1") de altura e 0,164 (6 1/2') de largura; pesa 261,5 kg (577 lb) e pode ser transportado por 6 (seis) homens, com auxílio de barras de transporte:

a. As partes horizontais do painel são denominadas "mesa superior" e "mesa inferior", sendo esta última facilmente identificável pelas sedes das travessas que se situam junto aos montantes verticais. Cada uma destas sedes tem um ressalto e dois limitadores que servem para ajustar a travessa ao painel. A fixação do acoplamento destes dois componentes é feita com as braçadeiras de travessa.

b. O painel tem uma série de orifícios que serve para o encaixe dos outros componentes da ponte, facilitando os trabalhos de construção:

(1) Nas extremidades das mesas superior e inferior, nas mandíbulas e batentes, orifícios onde são inseridos os pinos que ligam um painel ao outro, no sentido horizontal.

(2) Nas mesas inferiores, junto à parte interna dos montantes das extremidades, um furo oval, horizontal, para fixação do contraventamento diagonal.

(3) Em ambas as mesas (superior e inferior), dois furos para os parafusos que fixam os painéis superpostos, em casos de pontes de mais de um andar; servem, ainda, para fixar os implementos do macaco de mesa.

(4) Na mesa superior, um par de orifícios que serve para encaixar o quadro de contraventamento horizontal.

(5) Em cada um dos montantes das extremidades, um par de furos utilizado para a fixação dos quadros de contraventamento verticais; além disso, o orifício mais próximo da mesa superior também serve para fixar a escora com a chapa de ligação.

(6) Nos montantes, um furo junto à mesa inferior, onde se encaixa a extremidade da parte da braçadeira que fica na horizontal.

(7) Um furo oval, no montante central, na altura da mesa superior, fornece um ponto para içamento por guindaste.

2-3. PINO DE PAINEL

O pino de painel (Fig 2-2) mede 0,211 m (8 5/16") de comprimento por 0,048 (1 7/8") de diâmetro, pesando 2,78 kg (6 lb). Para ser mais facilmente colocado, tem a extremidade cônica, onde existe um orifício destinado ao contrapino; na cabeça tem uma ranhura que serve para orientar a posição em que o pino deve ser inserido no pai-

Digitalizado com CamScanner

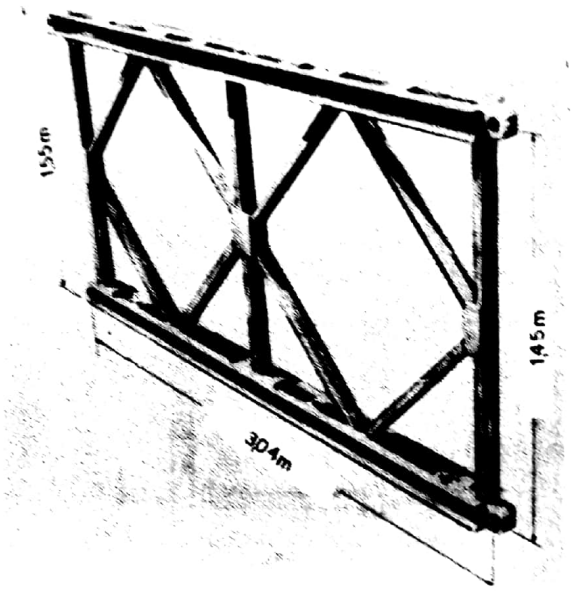


Fig 2-1. Painel

nel. Para que as flanges das mesas não impeçam a colocação do contrapino, a ranhura deve ficar na horizontal.

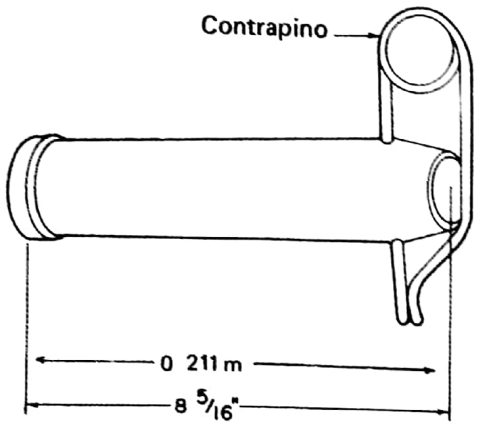


Fig 2-2. Pino de painel

2-4. PINO CURTO DE PAINEL

O pino curto de painel (Fig 2-3) mede 0,192 m (7 9/16") de comprimento por 0,018 m (1 7/8") de diâmetro e pesa 2,63 kg (5,8 lb). É 3/4" (1,91 cm) mais curto que o normal. É usado para fixar o poste terminal da treliça externa nas pontes triplas.

2-5. TRAVESSA

a. A travessa (Fig 2-4) é a peça que suporta o tabuleiro. Tem o formato de duplo "T" com as seguintes dimensões: altura 0,254 m (10"); comprimento 6,07 m (19'-11"); largura da flange ou mesa 0,114 m (4 1/2"). Pesa 280,3 kg (618 lb) e é transportada por 8 (oito) ho-

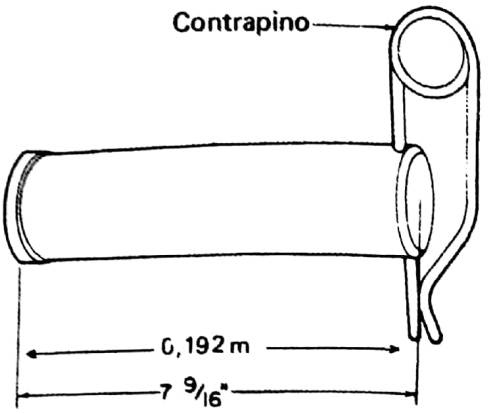


Fig 2-3. Pino curto de painel

mens com auxílio de tenazes, seguras na flange superior, ou usando barras de transporte, inseridas nos orifícios existentes na alma da viga.

(1) Em sua flange inferior, perto das extremidades, tem três orifícios, nos quais os ressaltos dos painéis, existentes na mesa inferior, se encaixam.

(2) Na flange superior existem seis ressaltos duplos (orelhas) que fixam, na posição certa, os estrados de viga.

(3) Junto a cada extremidade, há um ressalto furado onde é parafusada a escora.

(4) Em cada extremidade da travessa, na alma e na flange, ficam os ressaltos, nos quais se prendem os suportes da passadeira para pedestres.

b. As travessas apóiam suas extremidades nas mesas inferiores dos painéis e são fixadas no local pelas braçadeiras. São, normalmente, espaçadas de 1,52 m (5') entre si, ficando uma no meio e outra na extremidade de cada painel. Esta disposição é utilizada em pontes para viaturas de classe igual ou inferior a 70 Sh Ton (63,5 t). Para viaturas de classe superior a 70 Sh Ton (63,5 t), são necessárias quatro travessas por seção de ponte.

c. A ponte nunca deve ser suspensa pelas travessas, pois as braçadeiras não suportam a operação. Quando necessário, os macacos podem ser colocados sob as travessas presas pelas braçadeiras dos postes terminais. Neste caso, o macaco deve ser colocado o mais próximo possível dos painéis.

d. As travessas das equipagens de fabricação brasileira e americana diferem da original inglesa. Não são afiladas nas pontas e possuem uma chapa de reforço sobre a flange superior com 0,008 m (5/16") de espessura. As posições dos ressaltos para assentamento dos estrados de viga também diferem. Em conseqüência, a utilização de travessas dos dois tipos em uma mesma seção de ponte dificultará a colocação dos estrados de viga.

2-6. BRAÇADEIRA DA TRAVESSA

A braçadeira da travessa (Fig 2-5) é um grampo articulado que mede 0,342 (13 1/2") de altura e 0,203 m (8")

Digitalizado com CamScanner

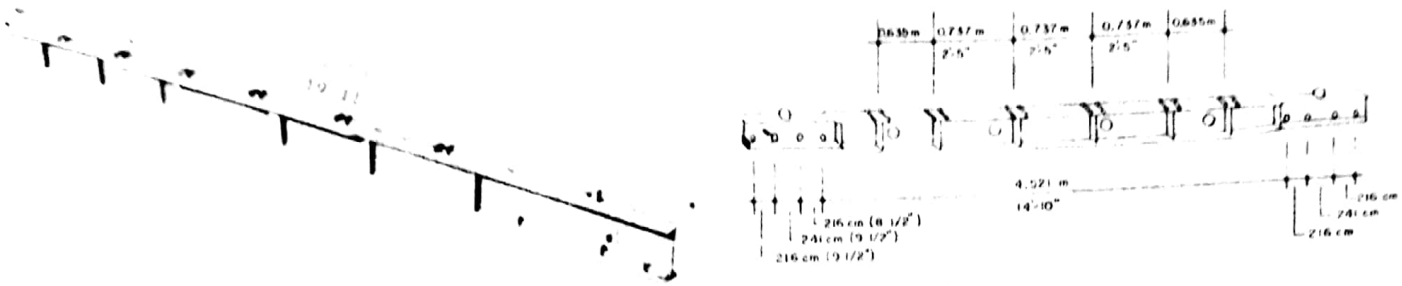


Fig 2 4 - TRAVESSA

Fig 2-4. Travessa

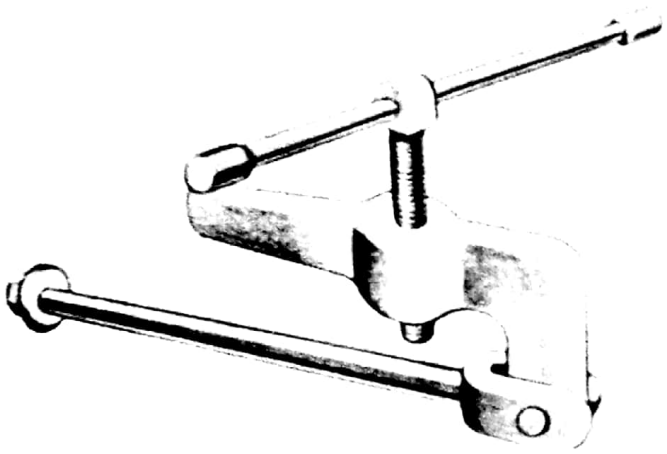


Fig 2-5. Braçadeira de travessa

de diâmetro no topo. Seu peso é de 3,17 kg (7 lb). Serve para fixar a travessa ao montante vertical e à mesa inferior do painel.

2-7. ESCORA

A escora (Fig 2-6) é uma peça em duplo "T" com as seguintes dimensões: altura 0,076 m (3"); comprimento 1,141 m (3'-8 15/16"), largura da flange 0,06 m (2 3/8"). Seu peso é de 2,98 kg (22 lb). Serve para ligar a extremidade da travessa ao montante dos painéis da treliça interna, mantendo-a no prumo. É a principal peça de estabilização das treliças. Possui, em cada uma de suas extremidades, uma cavidade-guia para colocação dos parafusos de contraventamento, por meio dos quais a escora se prende ao painel e à travessa.

2-8. QUADRO DE CONTRAVENTAMENTO

O quadro de contraventamento (Fig 2-7) é uma armação retangular de 1,295 m (4'-3") de comprimento e 0,508 m (1'-8") de largura e pesa 19,96 kg (44 lb). Possui um ressalto cônico em cada um dos quatro cantos, para

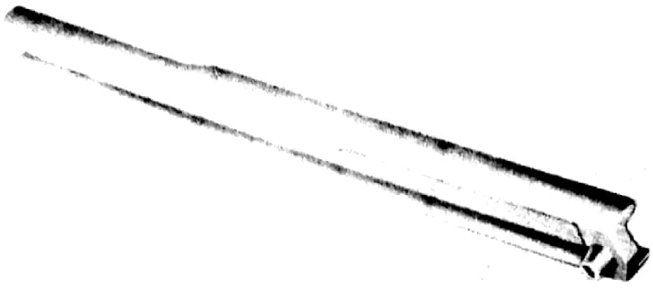


Fig 2-6. Escora

sua fixação nos painéis, com os parafusos de contraventamento. O quadro de contraventamento é utilizado para escorar as duas treliças internas das pontes duplas ou triplas, da seguinte forma:

a. Nas pontes DS e TS, horizontalmente, sobre as mesas superiores dos painéis, em cada lance.

b. Nas pontes de dois ou três andares, na horizontal, sobre as mesas superiores dos painéis do último andar, e, na vertical, nos montantes terminais de cada painel dos segundo e terceiro andares.

Fig 2-7. Quadro de contraventamento

2-9. CONTRAVENTAMENTO DIAGONAL

O contraventamento diagonal (Fig 2-8) é uma haste de aço, articulada no centro e ajustada por um tensor. Mede 0,028 m (1 1/8") de diâmetro e pesa 30,85 kg (68 lb).

Digitalizado com CamScanner

Tem um olhal em cada extremidade, que, colocado no alojamento oval existente na mesa inferior do painel, nele é fixado através de um pino. Este pino está preso por uma corrente à extremidade do contraventamento diagonal.

a. O contraventamento é apertado (ajustado) inserindo-se o cabo afilado da chave de boca no orifício existente no tensor, girando-se até que a haste fique tesada. Em seguida, avança-se a contra-porca até junto ao tensor.

b. São necessários dois contraventamentos diagonais unindo as mesas inferiores dos painéis em cada seção de ponte. Nas pontes de três andares, de tabuleiro inferior, utiliza-se também o contraventamento diagonal na haste superior da seção.

c. Os contraventamentos, depois de devidamente tesados, ortogonalizam (colocam no esquadro) cada seção da ponte.

d. Na primeira seção do nariz de lançamento não se colocam os contraventamentos diagonais.

Fig 2-8. Contraventamento diagonal

2-10. CHAPA DE LIGAÇÃO

a. A chapa de ligação (Fig 2-9) é uma peça chata, de aço, com as dimensões de 0,300 m x 0,036 m x 0,009 m (12" x 2 1/2" x 8"), pesando 1,590 kg (3 1/2 lb). Possui uma cavidade cônica em cada extremidade. É usada apenas nas pontes de treliças triplas; serve para prender a segunda e terceira treliças entre si, utilizando os orifícios dos painéis não ocupados pelas escoras, em cada seção e nas extremidades da ponte.

b. Utiliza-se em cada junção de painel das pontes triplas uma chapa de ligação e um quadro de contraventamento.

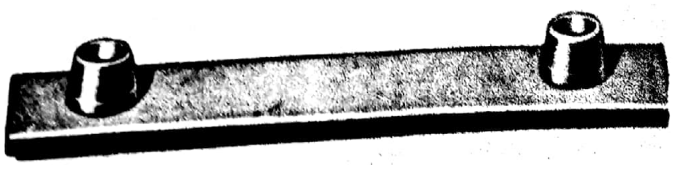


Fig 2-9. Chapa de ligação

2-11. PARAFUSO DE CONTRAVENTAMENTO

O parafuso de contraventamento (Fig 2-10) tem 0,019 m (3/4") de diâmetro e 0,089 m (3 1/2") de comprimento, pesando cerca de 0,453 kg (1 lb). Para apertar o parafuso utiliza-se a chave de 3/4". Uma orelha existente na extremidade oposta à da porca evita a rotação do parafuso e permite uma melhor fixação dos componentes. O parafuso de contraventamento serve para fixar:

a. A escora ao painel e à travessa.

b. O quadro de contraventamento ao painel.

c. A chapa de ligação ao painel.

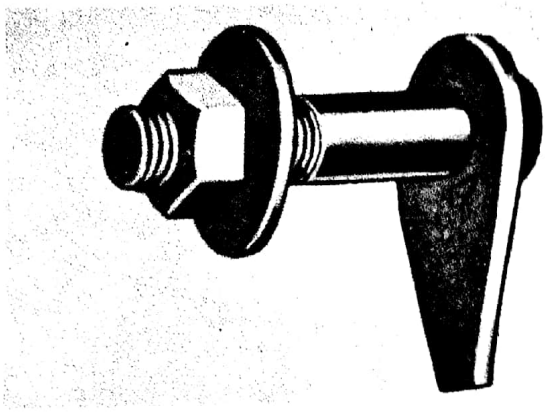


Fig 2-10. Parafuso de contraventamento

2-12. PARAFUSO DE PAINEL

O parafuso de painel (Fig 2-11) tem 0,045 m (1 3/4") de diâmetro por 0,267 m (10 1/2") de comprimento e pesa 3,400 kg (7 1/2 lb).

a. Parte da haste do parafuso é afilada, o que permite maior facilidade no alinhamento dos painéis e o encaixe da porca.

b. Para ligar um painel sobre o outro, nas pontes de dois e três andares, são usados dois parafusos, colocados de baixo para cima, através dos orifícios existentes nas mesas e apertados por uma porca.

c. São usados também para prender os suportes de contraventamento superior à mesa do topo dos painéis, nas pontes de três andares.

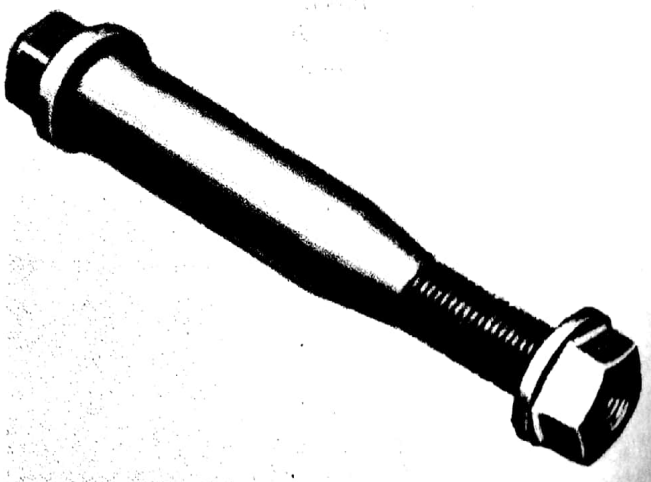


Fig 2-11. Parafuso de painel

Digitalizado com CamScanner

2-13. ESTRADO DE VIGAS DE TABULEIRO

Os estrados de vigas de tabuleiro (Fig 2-12) são as peças que suportam a pista de rolamento da ponte. Cada estrado consiste em três vigas em duplo "T", de 0,10 m (4") de altura por 3,048 m (10') de comprimento, ligadas entre si por peças transversais.

a. Há dois tipos de estrados de vigas de tabuleiro.

(1) Simples – pesando 117,9 kg (260 lb).

(2) Com botões – pesando 121,1 kg (270 lb) e que possuem doze ressaltos em uma das vigas laterais. Estes ressaltos (botões) servem para manter os pranchões em seus lugares e para prender o parafuso que fixa o rodapé de madeira.

b. Cada seção de ponte tem seis estrados de vigas de tabuleiro, sendo os quatro centrais, simples, e os dois laterais, com botões.

c. Os estrados de viga de tabuleiro são mantidos em sua posição pelos ressaltos duplos (orelhas) existentes na mesa superior da travessa, onde encaixam suas extremidades.

d. Os estrados de viga de tabuleiro simples podem ser assentados com qualquer das faces para cima.

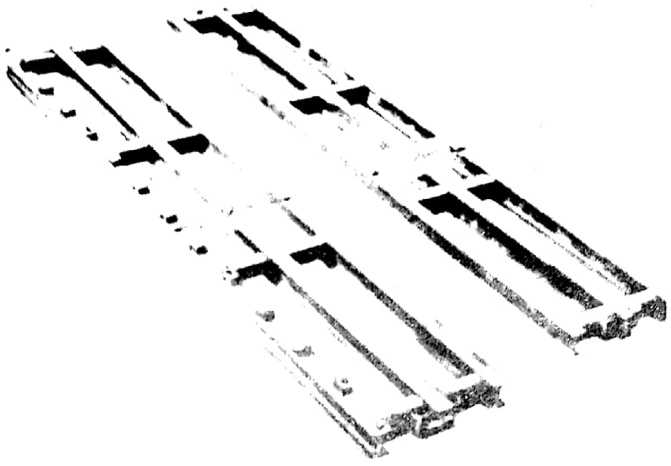


Fig 2-12. Estrado de vigas de tabuleiro

(1) Com botões (2) Sem botões

2-14. PRANCHÃO

O pranchão (Fig 2-13) é uma peça de madeira medindo 4,21 m x 0,22 m x 0,05 m (13'-10" x 8 3/4" x 2"), respectivamente, de comprimento, largura e altura e pesando 29,5 kg (65 lb).

a. Em cada seção de ponte são utilizados treze pranchões, dispostos tranversalmente sobre os estrados de viga de tabuleiro, e que, depois de assentados, constituem a superfície de rodagem da ponte.

b. As extremidades dos pranchões são recortadas para permitir o seu encaixe nos botões do estrado de viga do rodapé.

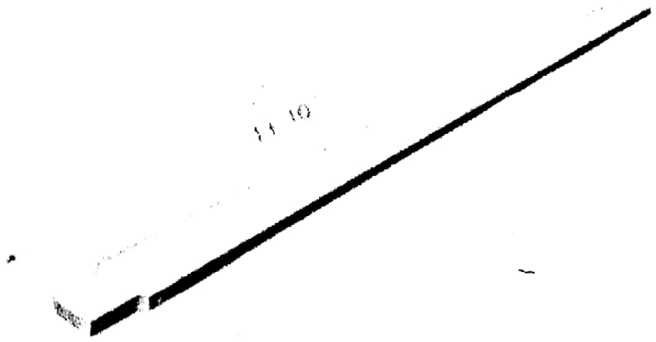


Fig 2-13. Pranchão

2-15. VIGOTA DE RODAPÉ

A vigota de rodapé (Fig 2-14) é a peça que prende a superfície de rodagem (formada pelos pranchões) aos estrados de vigas de tabuleiro.

a. A vigota de rodapé pode ser:

(a) Metálica – viga de 0,203 m (8") de altura, por 3,048 (10') de comprimento, com o peso de 73,48 kg (162 lb).

(2) De madeira – peça com seção trapezoidal, com 0,140 m (5 1/2") x 0,102 m (4") x 0,140 m (5 1/2") e com 2,92 m (9'-11 1/2") de comprimento.

b. A vigota de rodapé é fixada ao estrado de viga de tabuleiro, com botões, através de quatro parafusos de rodapé.

Fig 2-14. Vigotas de rodapé

(1) de madeira (2) metálica

2-16. PARAFUSO DE RODAPÉ

Há dois tipos de parafusos de rodapé, conforme o tipo de vigota empregado (metálico ou de madeira).

a. O parafuso de rodapé para viga metálica (Fig 2-15) é uma peça em forma de "J" que mede 0,025 m (1") de diâmetro por 0,22 m de comprimento (8 5/8") e pesa 2,04 kg (4 1/2 lb). Prende a vigota de rodapé ao estrado

Digitalizado com CamScanner

de vigas de tabuleiro, ou de rampa, com botões. O gancho de sua extremidade prende-se na flange inferior da viga em duplo "T", externa, do estrado de vigas de tabuleiro com botões.

b. Para as vigotas de rodapé de madeira, é usado outro tipo de parafuso. É reto, com a cabeça em forma de "T", 0,09 m (3/4") de diâmetro e 0,229 m (9") de comprimento e pesa 0,680 kg (1 1/2 lb). Para fixar a vigota de rodapé, a cabeça em "T" é encaixada no orifício existente no botão do estrado de vigas de tabuleiro.

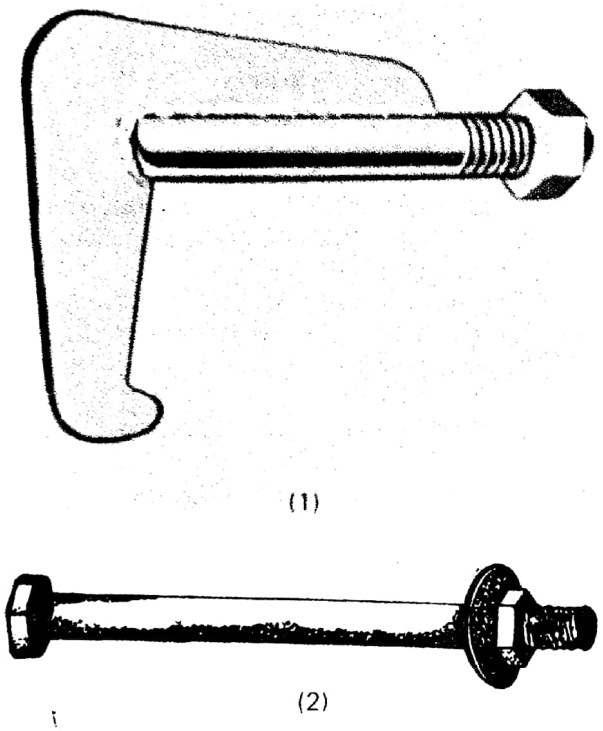


Fig 2-15. Parafuso de rodapé

(1) Para vigota de rodapé metálica
(2) Para vigota de rodapé de madeira

2-17. POSTES TERMINAIS

Os postes terminais (Fig 2-16) são colunas feitas de duas vigas em forma de "U", ligadas por chapas metálicas. São utilizados em ambas as extremidades da ponte e transmitem as cargas para os berços. Medem 1,73 m (5'-8") por 0,102 m (4").

a. São de dois tipos:

(1) Poste terminal macho, pesando 54,89 kg (121 lb).

(2) Poste terminal fêmea, pesando 58,97 kg (130 lb).

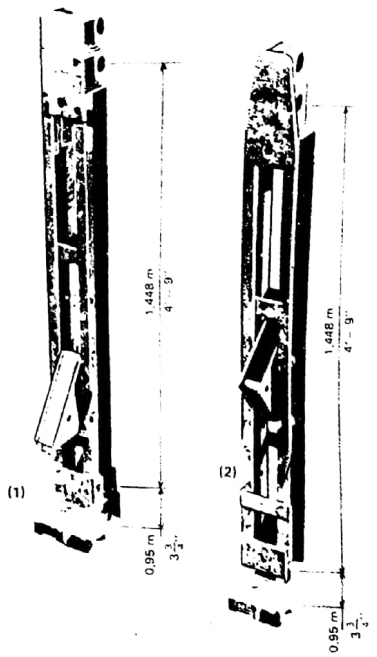
b. Os dois tipos têm, respectivamente, ressaltos (batente e mandíbula) macho e fêmea, os quais são fixados na extremidade do primeiro e último painel da ponte, no andar que suporta o tabuleiro, por pinos de painel inseridos nos orifícios existentes.

c. Na parte inferior dos postes terminais, para suportar uma travessa que é colocada na extremidade da ponte, há um degrau com uma mesa e o respectivo ressalto. A travessa é mantida na posição por meio de um fecho articulado, dotado de um pino com corrente. Para colocar a travessa, levanta-se o fecho e coloca-se o pino no orifício superior, mantendo-o aberto. Após a colocação da travessa, o fecho é abaixado e o pino inserido no orifício inferior, fixando o acoplamento dos dois componentes.

d. Quando se usar o macaco sob esta travessa, deve-se tomar cuidado para não colocar as escoras. O encaixe de cada poste terminal foi projetado para sustentar uma carga, de baixo para cima, de até 15 toneladas curtas (13,6 t).

e. O degrau do poste terminal também foi projetado para receber a lingueta do macaco, na sua parte inferior, posição normal para a colocação dos macacos, quando do abaixamento da ponte em seus berços. O degrau suporta a carga máxima de 12 toneladas curtas (11 t).

f. A extremidade inferior do poste terminal finda num bloco de apoio semicircular, que se assenta no berço da ponte.



2-16. Postes terminais

(1) Fêmea (2) Macho

2-18. BERÇO

O berço (Fig 2-17) é a peça que recebe a carga da ponte, através dos postes terminais, transmitindo-a para a placa-base ou para fundações de concreto; neste caso, quatro orifícios ovais existentes na chapa permitem sua

Digitalizado com CamScanner

fixação por meio de parafusos. É uma chapa plana na qual uma barra cilíndrica é sustentada por quatro reforçadores, que a dividem em três seções. O berço tem 0,11 m de altura (4 5/16") e pesa 30,8 kg (68 lb); a área de sua base é de 0,175 m^2.

a. Durante o lançamento da ponte, o berço é colocado sobre a sapata do rolete de lançamento, e o bloco de apoio do rolete de lançamento descansa sobre a parte central da barra cilíndrica do berço.

b. Após o término da montagem da ponte, em pontes com treliças simples, os blocos de apoio do poste terminal assentam na seção central da barra do berço; em pontes de treliças duplas, cada poste terminal assenta na seção central de seu próprio berço; em pontes de treliças triplas, a treliça interna se assenta em seu próprio berço, e as externas partilham um berço comum, com cada poste terminal ocupando uma seção externa da barra do berço. Assim, para pontes SS, dois berços são necessários para cada extremidade da ponte. Para todas as outras construções são necessários quatro berços em cada lado. A figura 2-28 mostra a disposição do berço sob pontes de treliças simples, duplas e triplas.

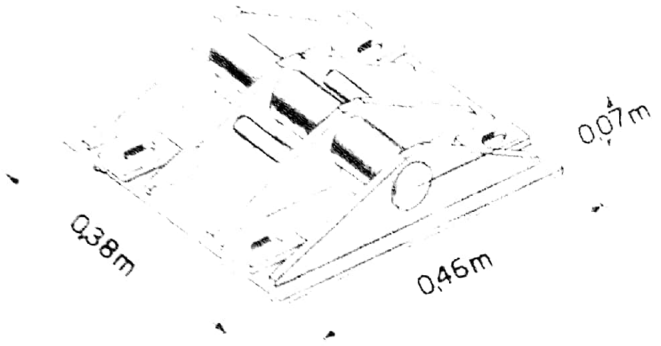


Fig 2-17. Berço

2-19. PLACA-BASE

A placa-base (Fig 2-18) é uma peça de aço, retangular, com os bordos salientes e com quatro olhais em cada canto, utilizados para facilitar o seu transporte. É usada sob os berços para distribuir a sua carga sobre o terreno ou fundações. A área sob a placa-base é de 1,2 m^2 (13' quadrados); seu peso é de 172,8 kg (381 lb).

a. A superfície de apoio da placa-base é suficiente para receber os berços de qualquer tipo de ponte.

b. Os berços podem deslizar 0,229 m (9') longitudinalmente na placa-base. Os números 1, 2 e 3, gravados nas bordas da placa-base, servem para indicar sua posição, sob a treliça interna de pontes de treliça simples, dupla ou tripla.

e. A figura 2-28 ilustra a colocação do berço sobre a placa-base e a utilização dos números citados como referência para o seu posicionamento.

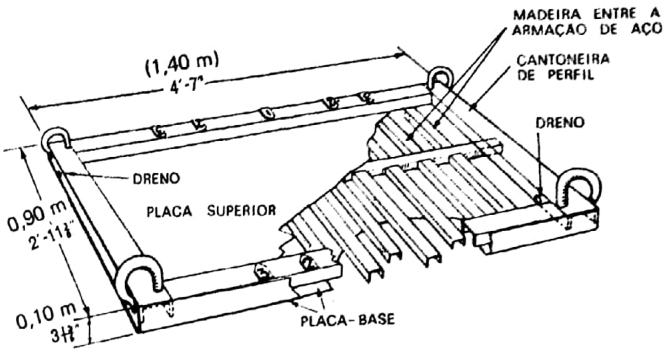


Fig 2-18. Placa-base

2-20. ESTRADO DE VIGAS DE RAMPA

Os estrados de vigas de rampa (Fig 2-19) são as peças que suportam as rampas de acesso à ponte. São constituídos de três vigas em duplo "T", de 0,127 m (5") de altura por 3,048 m (10') de comprimento, ligadas entre si por peças transversais.

a. Há dois tipos de estrados de vigas de rampa:

(1) Simples — pesando 153,3 kg (338 lb).

(2) Com botões — pesando 158,3 kg (349 lb) e que possuem doze ressaltos em uma das vigas laterais. Estes ressaltos (botões) sevem para manter os pranchões em seus lugares e para prender o parafuso que fixa os rodapés de madeira.

b. Cada seção de rampa tem seis estrados; os quatro centrais são simples e os dois laterais são do tipo com botões. As extremidades dos estrados de rampa são afiladas e se encaixam nos ressaltos duplos das travessas, da mesma forma que as extremidades dos estrados de tabuleiro.

c. Normalmente, é usada uma seção de rampa em cada encontro. Todavia, se a inclinação do terreno for muito forte, são usadas rampas de seção dupla, suportadas na união por uma travessa que é mantida no lugar por quatro pedestais de rampa.

d. A inclinação da rampa não deve exceder a relação 10:1 para cargas até 50 Sh Ton (45,35 t) e 20:1 para cargas acima de 50 Sh Ton (45,35 t). Para cargas de 45 Sh Ton (40,82 t), ou superiores, são colocados suportes de madeira nos pontos médios dos estrados.

2-21. PEDESTAL DE RAMPA

O pedestal de rampa (Fig 2-20) é uma armação de aço que mede na base 0,686 m (2'-3") de comprimento, por 0,45 m (1'-6") de largura. Pesa 48,18 kg (93 lb) e tem uma área de 0,314 m^2.

Digitalizado com CamScanner

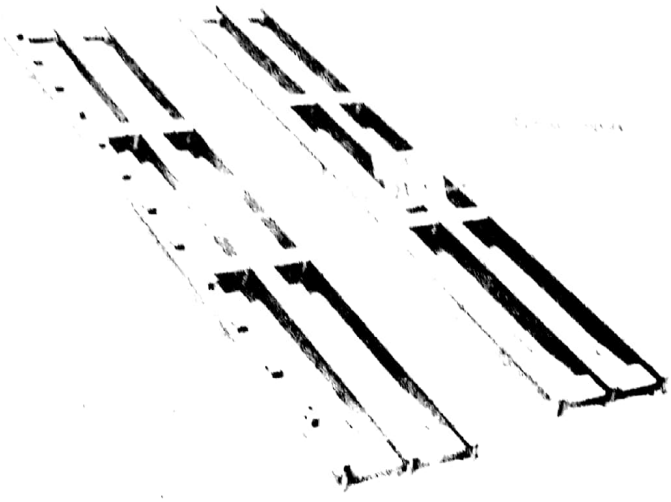


Fig 2-19. Estrados de vigas, de rampa

a. Ele fixa a travessa intermediária das rampas de mais de uma seção e distribui a carga da travessa sobre o terreno.

b. Os pedestais de rampa são usados sempre aos pares e, quando usadas travessas inglesas, devem ser posicionados além do limite do tabuleiro. São fixados ao solo por piquetes de aço ou estacas introduzidas nos orifícios (quatro) existentes na base da peça.

Fig 2-20. Pedestal de rampa

2-22. ESTRADO DE PASSADEIRA PARA PEDESTRE

O estrado de passadeira (Fig 2-21) é uma peça de madeira, de formato retangular, medindo 0,762 m de largura (2'-6") por 3,30 m de comprimento (10'-10") e pesando 41,17 kg (104 lb). Os estrados são assentados sobre os suportes de passadeira, estendidos em ambos os lados (externos) da ponte, em toda a sua extensão, para o tráfego de tropas a pé.

Fig 2-21. Estrado de passadeira para pedestres

2-23. SUPORTE DO ESTRADO DA PASSADEIRA

O suporte do estrado da passadeira (Fig 2-22) é uma viga de aço prensada, de formato quadrangular, tendo 1,22 m (4') de comprimento e pesando 9,98 kg (22 lb).

a. São encaixados em todas as travessas, exceto nas de reforço, adaptando-se sobre e sob ressaltos especiais soldados à alma das travessas, próximos das extremidades das mesmas.

b. A face superior dos suportes tem ressaltos onde se ajustam os estrados das passadeiras.

c. Na extremidade do suporte existe um orifício no qual é encaixado o poste de corrimão.

Fig 2-22. Suporte do estrado da passadeira

2-24. POSTE DE CORRIMÃO

O poste de corrimão (Fig 2-23) é uma peça metálica com 1,22 m (4') de comprimento e pesa 4,53 kg (10 lb). É fixado pela sua base em cada suporte do estrado da passadeira. Possui uma garra no seu topo, através da qual passa o cabo de corrimão (de sisal). As extremidades do cabo são fixadas por meio de estacas nas margens, ou então nos postes de corrimão das extremidades da ponte.

Digitalizado com CamScanner

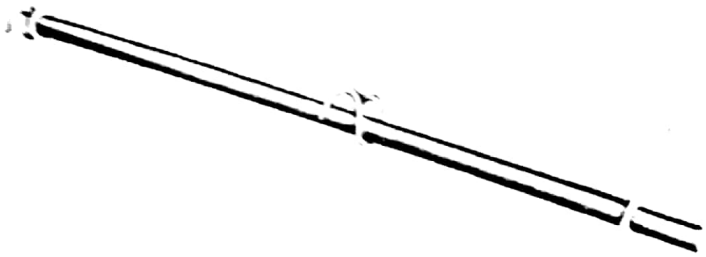


Fig 2-23. Poste de corrimão

2-25. SUPORTE DO CONTRAVENTAMENTO SUPERIOR

O suporte do contraventamento superior (Fig 2-24) é usado para prender as travessas superiores e os contraventamentos diagonais entre as treliças das pontes de andar triplo, proporcionando seu contraventamento transversal.

a. A armação é um conjunto metálico que pesa 68,04 kg (150 lb). É fixado na mesa superior dos painéis do terceiro andar por meio de parafusos de painel.

b. Uma travessa se assenta sobre os engates na parte superior da armação e é segura por meio de unhas, que se prendem à flange inferior da travessa, mantida por quatro parafusos e porcas. Os contraventamentos diagonais também são presos no suporte do contraventamento superior (Fig 2-27).

c. O emprego do suporte de contraventamento superior permite elevar o gabarito da ponte de três andares de 3,65 m (12') para 4,36 m (14'-4") (Fig 3-2).

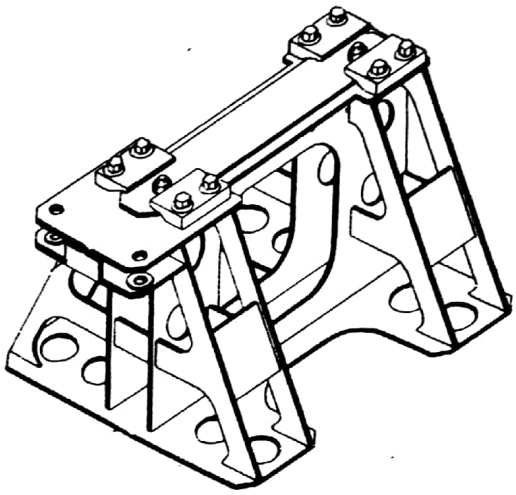


Fig 2-24. Suporte do contraventamento superior

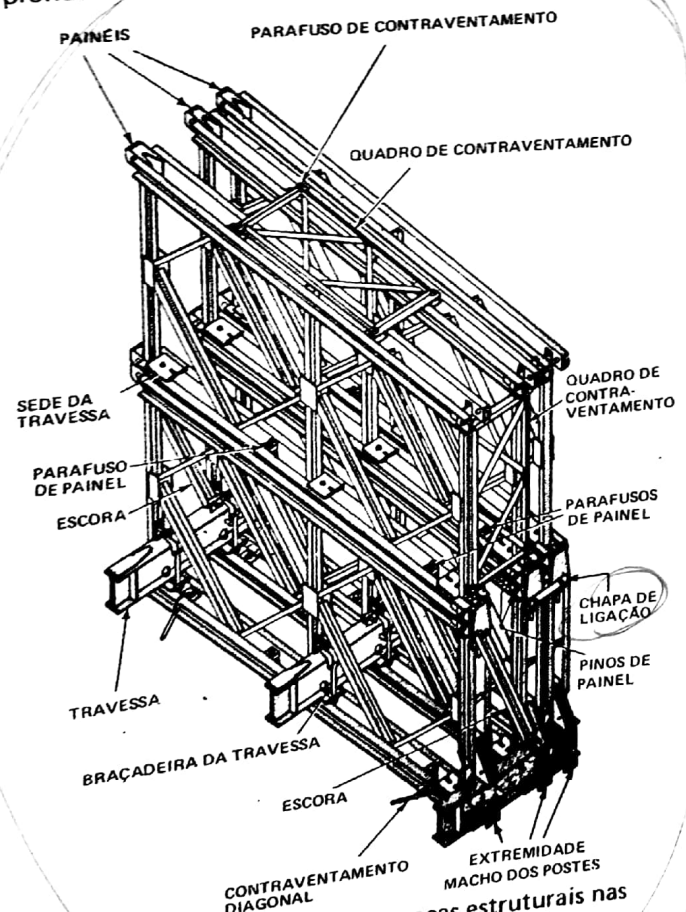


Fig 2-25. Colocação das peças estruturais nas treliças de uma ponte tripla-dupla (TD)

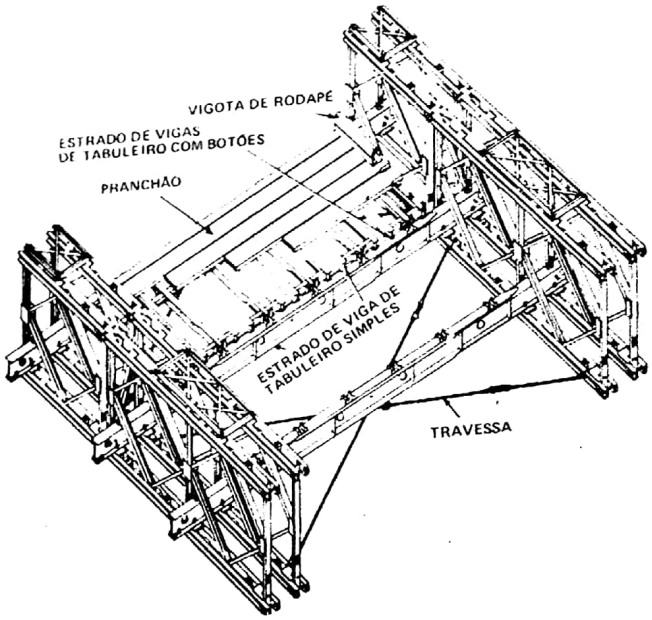


Fig 2-26. Colocação das peças estruturais no tabuleiro de uma ponte dupla-simples (DS)

Digitalizado com CamScanner

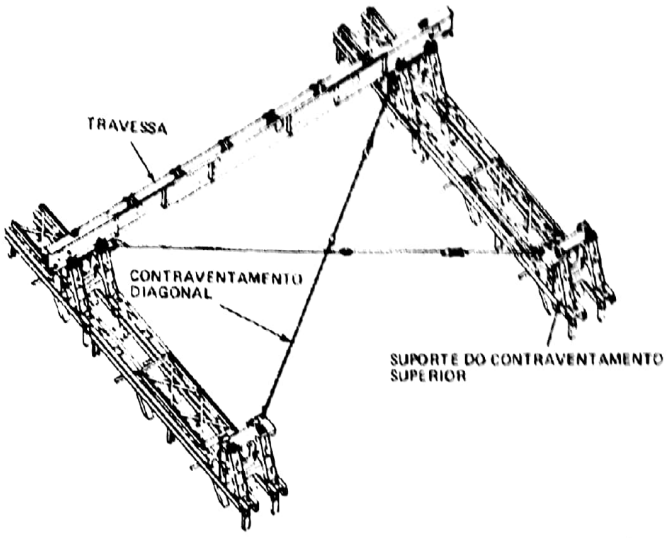


Fig 2-27. Colocação das peças no contraventamento superior de uma ponte de três andares

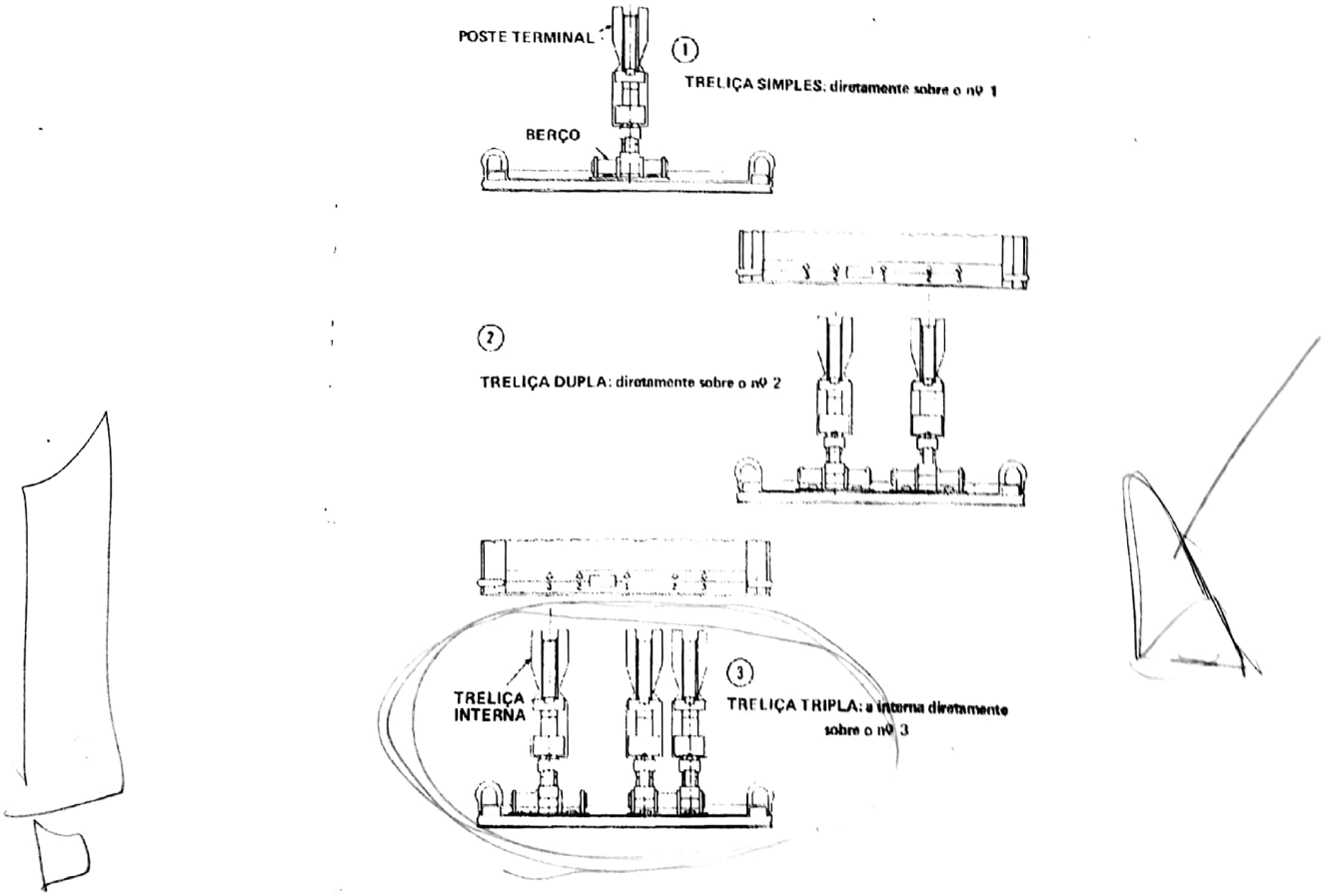


Fig 2-28. Colocação dos postes terminais e berços nos diversos tipos de pontes

Digitalizado com CamScanner

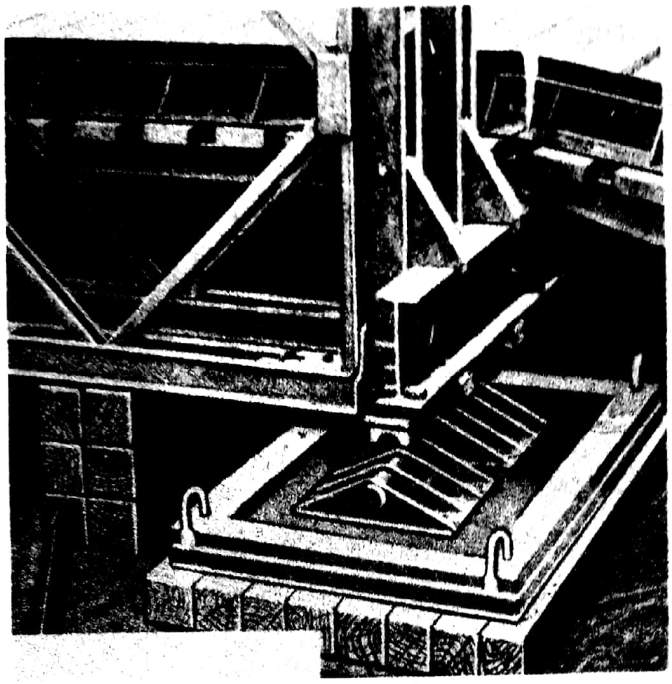


Fig 2-29. Emprego da placa-base e dos berços nas pontes duplas

Fig 2-30. Emprego do pedestal de rampa

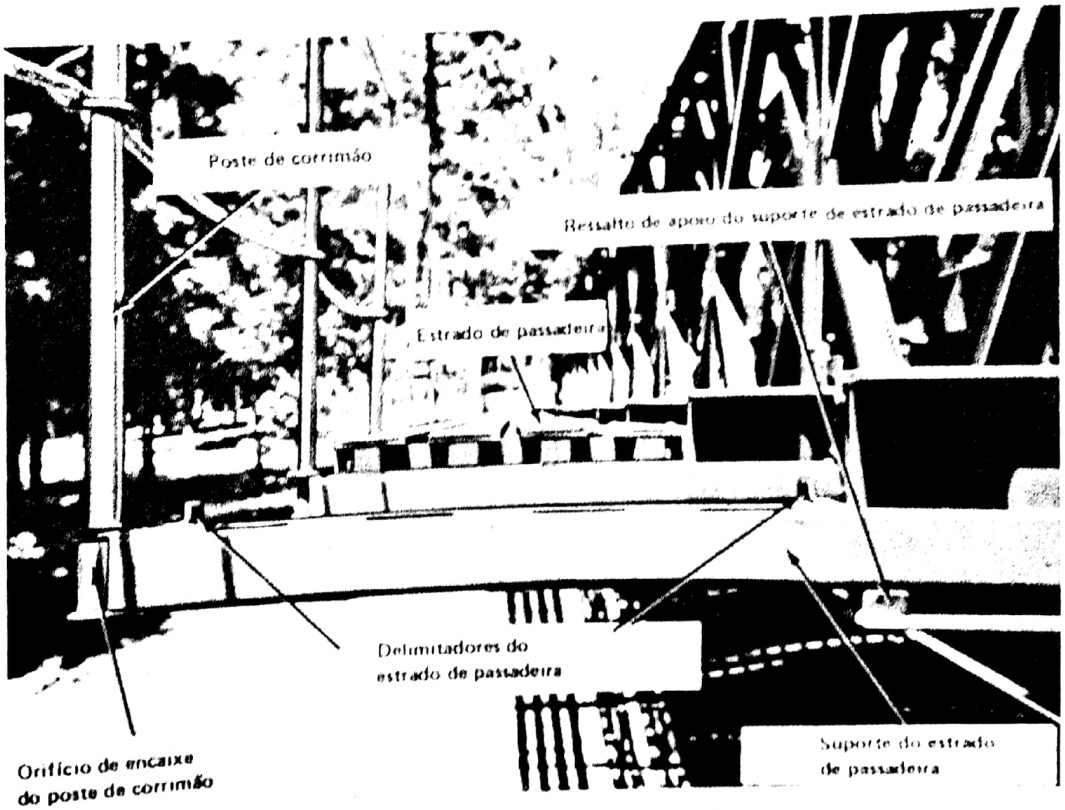


Fig 2-31. Passadeira de pedestre, montada

Digitalizado com CamScanner

ARTIGO II

MATERIAL DE LANÇAMENTO

2-26. ROLETE DE LANÇAMENTO

O rolete de lançamento (Fig 2-32) consiste em três roletes alojados em uma armação, que se ajusta sobre o berço, onde fica em balanço.

a. Nas flanges laterais, em cada lado do rolete, existem dois guias rodantes que servem para orientar o deslocamento das treliças. Os guias rodantes podem ser removidos das flanges, retirando-se os contrapinos dos eixos situados abaixo destas flanges; os rolamentos ficam, então, pendurados à peça por uma corrente.

b. Os roletes de lançamento distribuem a carga da ponte ao longo da mesa inferior durante o lançamento.

(1) É necessário um par de roletes de lançamento para pontes de treliças simples (Fig 2-33) e dois pares para pontes de treliças duplas e triplas (Fig 2-34).

(2) Nas pontes de treliças triplas os roletes são colocados sob a treliça interna e sob a segunda treliça; neste caso, os rolamentos laterais devem ser removidos.

(3) Normalmente, é necessário apenas um par de roletes de lançamento na segunda margem; no entanto, se a armação do nariz de lançamento tiver alguma seção com treliça dupla, em qualquer ponto, devem ser usados dois pares de roletes, também na segunda margem.

(4) A carga máxima permitida sobre um rolete de lançamento é de 27,21 t (30 toneladas curtas).

Fig 2-32. Rolete de lançamento

Fig 2-33. Ponte sobre roletes

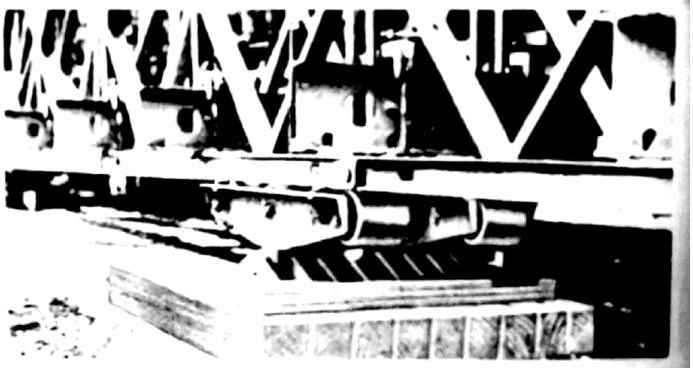


Fig 2-34. Dois roletes de lançamento, nas pontes duplas

b. Nas pontes de treliças simples os painéis correm em qualquer dos rolos do rolete de montagem. Nas pontes duplas o painel externo não se apóia nos rolos; a ponte desliza apoiada somente na treliça interna. Nas pontes de treliças triplas, a treliça interna se apóia no rolete interno e as duas outras treliças deslizam uma sobre cada rolo do rolete de montagem colocado externamente (Fig 7-3).

2-27. ROLETE DE MONTAGEM

O rolete de montagem (Fig 2-35) é uma armação metálica, contendo dois rolamentos num eixo comum. Tem 0,647 m (2'-1 1/2") de largura, pesa 52,62 kg (116 lb) e suporta a carga máxima de 9,07 t (10 toneladas curtas).

a. Para o lançamento da ponte, os roletes de montagem são colocados a cada 7,62 m (25') atrás dos roletes de lançamento. A ponte é montada sobre os roletes a fim de ser rolada para a frente e lançada através do vão a ser transposto.

2-28. ROLETE DE TRAVESSA

O rolete de travessa (Fig 2-36) é constituído, basicamente, por um rolamento com diâmetro externo de 4,8 cm (1 7/8"), montado em um tubo de aço especial de 3,8 cm (1 1/2") de diâmetro e 0,168 m (6 5/8") de comprimento.

a. O rolamento assenta-se em bronzinas nas suas extremidades e gira em torno de um pino de aço.

b. O conjunto do rolete mede 0,203 m (8") de comprimento por 0,193 m (7 5/8") de largura e 0,146 m

Digitalizado com CamScanner

(5 3/4") de altura, pesando aproximadamente 5,44 kg (12 lb).

c. O rolete de travessa não é imprescindível para a construção da ponte; contudo, simplifica e acelera o trabalho de montagem e desmontagem.

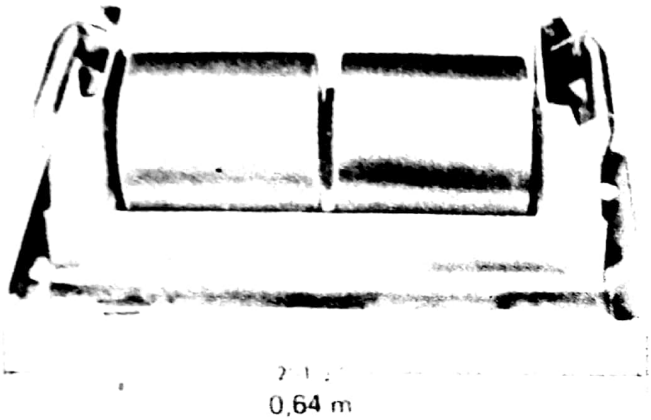


Fig 2-35. Rolete de montagem

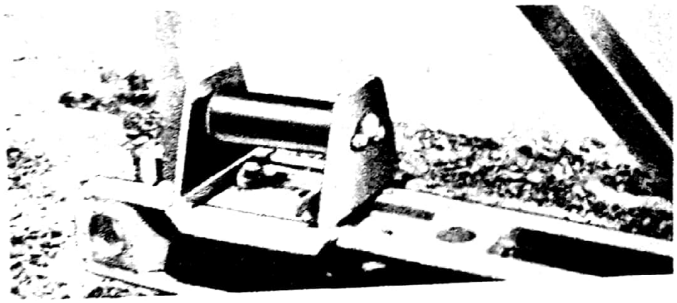


Fig 2-36. Rolete de travessa

2-29. MACACO

O macaco (Fig 2-37) é a peça usada para erguer a ponte, liberando os roletes de lançamento, os quais, depois de retirados, permitem o abaixamento da ponte até os berços. Na desmontagem, o uso do macaco faz-se em operação inversa.

a. O macaco usado na montagem e desmontagem da ponte Bailey é mecânico, do tipo usado em armação de navios, estradas de ferro e trabalhos de construção. Seu limite de elevação é de 0,38 m (15"), possuindo no topo a capacidade de 13,605 ton (15 toneladas curtas). Quando a carga é suportada pelo ressalto intermediário de apoio, sua capacidade é de apenas 6,803 ton (7,5 toneladas curtas). O macaco pesa 58,06 kg (128 lb).

b. Em princípio, no abaixamento e levantamento da ponte, devem-se utilizar macacos do mesmo tipo. Na impossibilidade do arranjo anterior, em cada ponto de macaqueamento (lado esquerdo ou direito da ponte) devem-se grupar macacos do mesmo tipo e marca (igual espaçamento na cremalheira).

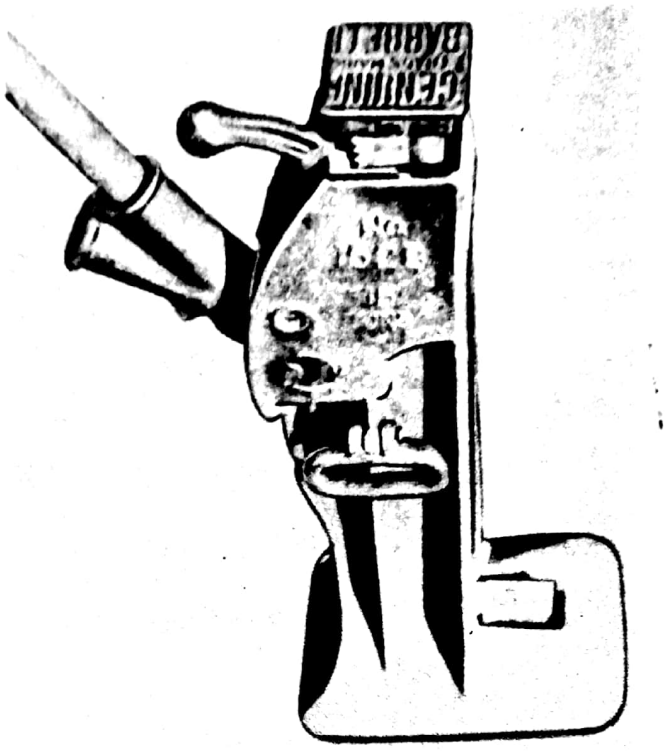


Fig 2-37. Macaco

2-30. SAPATA DO MACACO

A sapata do macaco (Fig 2-38) é um conjunto metálico, de formato quadrangular, que se assenta sobre o berço e serve de suporte para o macaco. Aplicando-se a pressão do macaco sob os ressaltos dos postes terminais, o berço pode ser rapidamente colocado sem se retirar a sapata do macaco (Fig 2-39). A sapata mede 0,106 m (4 3/16") de altura, pesa 16,33 kg (36 lb) e repousa sobre o berço, na placa base (Fig 2-40).

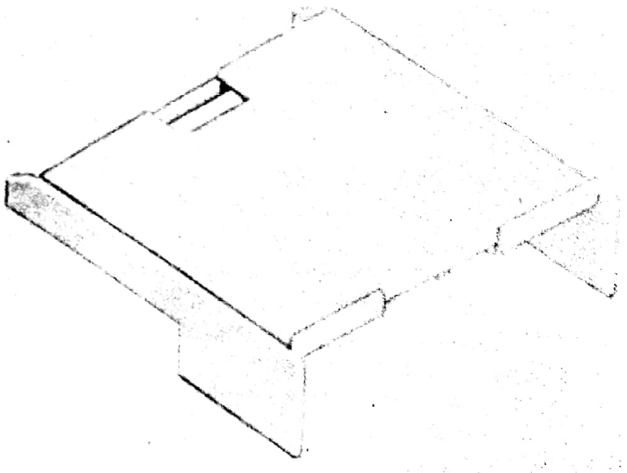


Fig 2-38. Sapata do macaco

Digitalizado com CamScanner

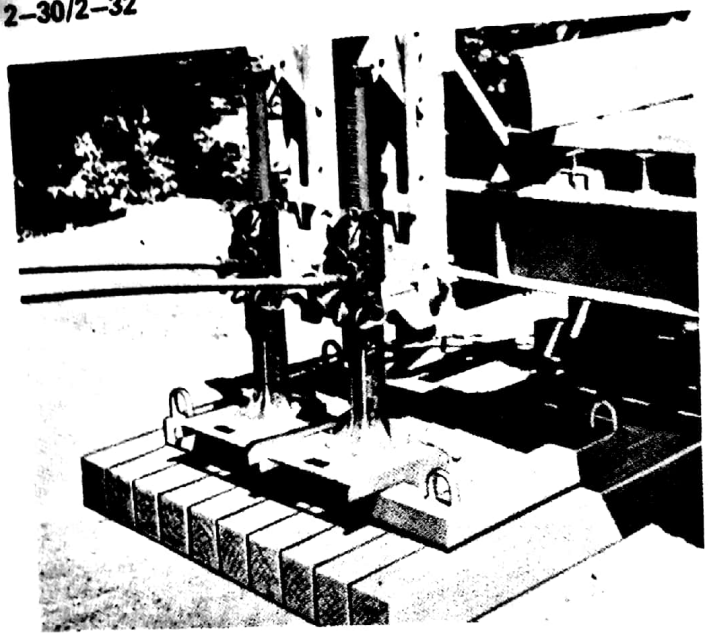


Fig 2-39. Operação dos macacos

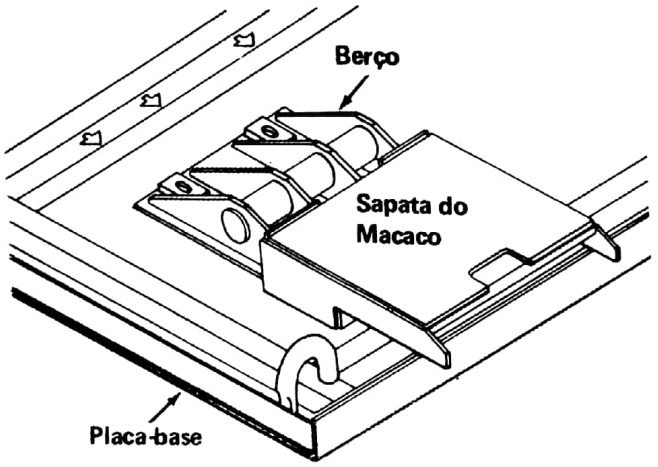


Fig 2-40. Posição da sapata do macaco na placa-base

2-31. CHAVES

a. A equipagem Bailey foi projetada de maneira a utilizar um número mínimo de ferramentas na sua construção. As chaves utilizadas (Fig 2-41) estão abaixo relacionadas, com suas respectivas finalidades.

(1) Chave de uma boca, de 1 1/8", para parafuso de 1'-1/4". Usada para o ajuste (aperto) do parafuso do painel e contraventamento diagonal.

(2) Chave de catraca de 1 7/8", para parafuso de 1 1/4", usada para o ajuste do parafuso de painel.

(3) Chave de uma boca, de 3/4", usada para o ajuste dos parafusos de rodapé e de contraventamento; o cabo afilado pode ser usado para alinhar furos.

(4) Chave tipo manivela, de 1 1/8", para parafuso de 3/4", usada para o ajuste dos parafusos de rodapé e de contraventamento.

b. As equipagens de fabricação norte-americana e brasileira exigem chaves de boca ajustáveis para apertar os parafusos de painel e contraventamento diagonais.

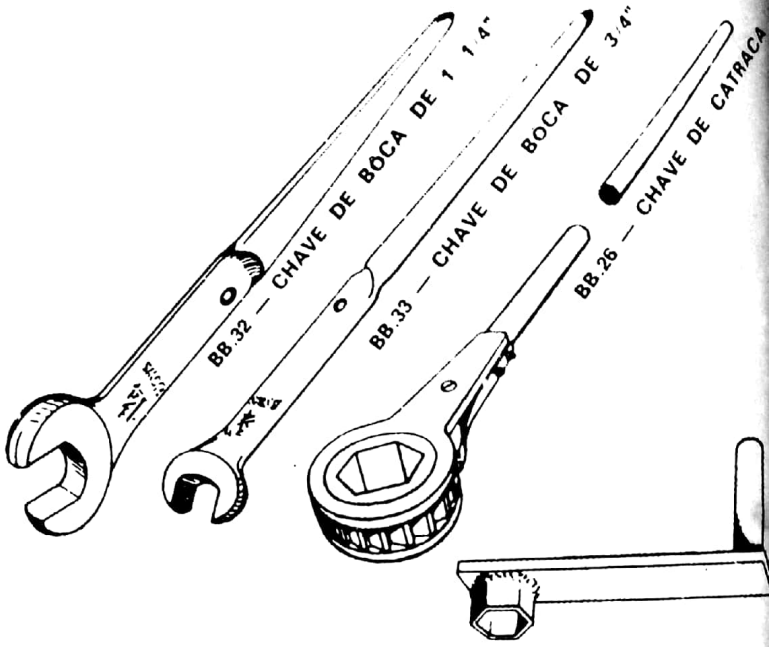


Fig 2-41. Chaves usualmente fornecidas

2-32. ALAVANCA DE PAINEL

a. A alavanca de painel (Fig 2-42) é usada na montagem das segunda e terceira treliças, após a primeira ter sido erguida. É uma barra com cabo de madeira e mede 2,362 m (7'-9") de comprimento, pesando 21,77 kg (48 lb).

b. Tem um fulcro próximo do centro, que se ajusta na mesa do painel e uma haste de içamento na extremidade, a qual tem uma peça articulada que pode ser facilmente presa na parte superior do painel, sendo girada após passar através da mesa superior. A haste de içamento desliza em um entalhe; a extremidade interna do entalhe é utilizada no içamento da segunda treliça e a externa no içamento da terceira. O fulcro é sempre colocado no topo da primeira treliça.

c. São necessárias duas alavancas para suspender um painel, com dois homens em cada uma delas (Fig 2-43).

Fig 2-42. Alavanca de painel

Digitalizado com CamScanner

Fig 2-43. Emprego de alavancas de painel, para colocação da treliça externa numa ponte Tripla-Simples (TS)

2-33. BARRA DE TRANSPORTE

A barra de transporte (Fig 2-44) mede 1,067 (3'-6") de comprimento e pesa 3,63 kg (8 lb). Consiste em uma barra de madeira, de formato cilíndrico, tendo seu centro reforçado por uma cinta de aço. É utilizada para o transporte de painéis e travessas. Normalmente, são usadas três barras de transporte e necessários seis homens para transportar um painel.

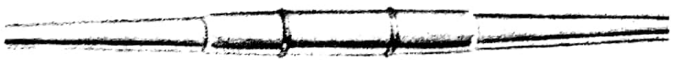


Fig 2-44. Barra de transporte

2-34. TENAZ DE TRANSPORTE

A tenaz de transporte (Fig 2-45) é de aço e tem forma similar às utilizadas para transporte de trilhos nas estradas de ferro. Tais tenazes são usadas para o transporte de travessas, segurando-as pela flange de cima. Um homem conduz cada um dos dois braços da tenaz. Normalmente, são utilizadas quatro tenazes e, assim, necessários oito homens para transportar uma travessa.

2-35. MACACO DE MESA

O macaco de mesa (Fig 2-46) consiste em duas vigas de aço que se assentam na mesa superior, adaptando-se às chapas que possuem os orifícios para os guias do quadro de contraventamento (Fig 2-47).

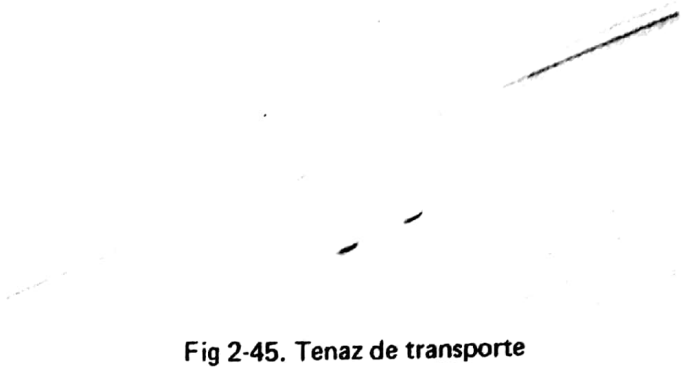


Fig 2-45. Tenaz de transporte

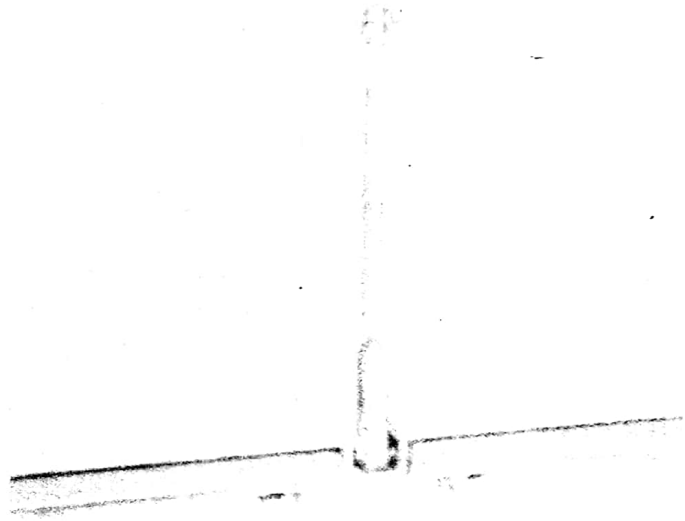


Fig 2-46. Macaço de mesa

a. Cada viga é fixada por um parafuso que atravessa a mesa e a própria viga. Um parafuso de passo articulado, montado entre as vigas, é acionado por uma alavanca de catraca com o fim de afastá-las. A alavanca possui uma argola em sua extremidade, na qual pode-se amarrar uma corda para facilitar a operação.

b. Quando se adiciona um segundo ou terceiro andar numa ponte já lançada, a operação deve iniciar-se no centro da ponte e prosseguir, simetricamente, na direção das extremidades. Em virtude disto, as ligações superiores dos painéis do segundo andar ficam fora de alinhamento por causa da flecha da ponte. Então, o macaco é usado para afastar as ligações e permitir a introdução dos pinos de painel.

c. Além do macaco acima descrito, vêm sendo fornecidos outros tipos de macacos que podem ser utilizados para os mesmos fins. Entre estes, destacam-se os de fabricação inglesa, constituídos, basicamente, de um dispositivo mecânico articulado, e o macaco hidráulico de 35 t. Acompanham os referidos macacos peças que, adaptadas nas mesas dos painéis, permitem a operação de ajustamento dos andares superiores.

Digitalizado com CamScanner

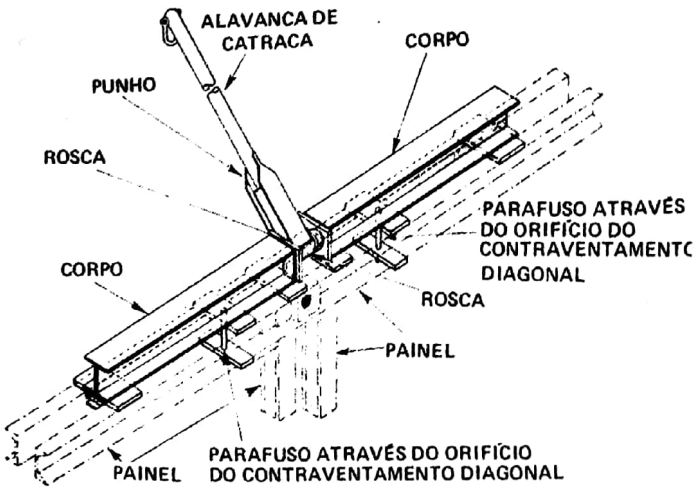


Fig 2-47. Macaco de mesa pronto para operar (na mesa superior)

2-36. EXTRATOR DE PINOS

O extrator de pinos (Fig 2-48) auxilia a desmontagem da ponte. Após o pino ter sido parcialmente retirado e aparecer o rebaixo sob sua cabeça, o extrator agarra a cabeça do pino e força-o para fora, por uma ação de alavanca (Fig 2-49). Ele é particularmente usado na desmontagem da terceira treliça nas pontes tipo TS, TD e TT, porque a proximidade da segunda treliça torna impossível retirar o pino com um martelo.

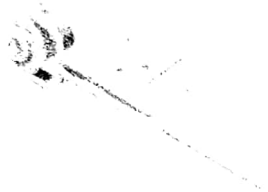


Fig 2-48. Extrator de pinos

2-37. ENGATE DE ELEVAÇÃO DO NARIZ DE LANÇAMENTO

O engate de elevação do nariz de lançamento, tipo MK II (Fig 2-50), tem cerca de 0,254 m (10") de comprimento, 0,178 m (7") de largura e pesa 12,7 kg (28 lb). Os engates de elevação compensam o abaixamento que ocorre quando o nariz de lançamento está em balanço sobre o vão.

a. Consiste em duas chapas de aço soldadas. Os terminais de dois painéis se assentam no engate, o qual possui, nos lados, orifícios onde os pinos de painel podem ser inseridos. Os engates nivelam com a parte inferior das mesas de baixo dos painéis e têm uma flange falsa, soldada na borda inferior, de forma que a ponte possa correr sobre os roletes de lançamento. Possui uma guia no topo, onde eventualmente pode receber uma travessa.

b. Usando um engate em cada treliça, os comprimentos das mesas inferiores do nariz aumentam de 0,19 m (7 1/2"), elevando em 0,343 m (13 1/2") a extremidade de cada seção de construção, à frente dos engates. Os engates não devem ser colocados com mais de quatro seções de nariz de lançamento à sua frente e, conseqüentemente, a elevação máxima que pode ser obtida com um par de engates é de cerca de 1,37 m (54"). Se for necessária uma elevação maior, pode ser usado um par adicional de engates numa das ligações entre o par original e a extremidade do nariz, dependendo, a sua posição, da elevação necessária. A elevação máxima que pode ser obtida é de aproximadamente 2,4 m (49 1/2").

c. Os engates do nariz de lançamento também são usados nas ligações superiores dos postes de junção de vãos, durante o lançamento de pontes de vãos descontínuos. Este emprego está descrito no Parágrafo 9-6, do Capítulo 9.

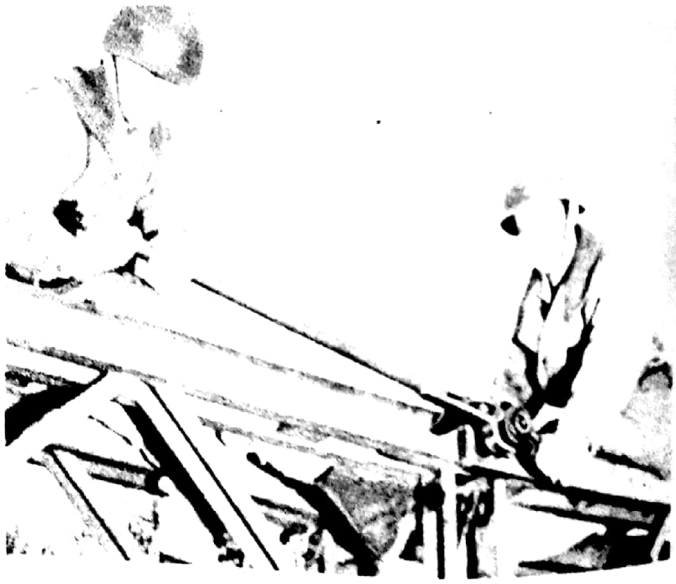


Fig 2-49. Emprego do extrator de pinos na desmontagem da ponte

2-38. SAPATAS

Existem dois tipos de sapatas: uma para colocar os berços para os roletes de lançamento e outra para os roletes de montagem.

a. Sapata do rolete de lançamento

(1) Esta sapata, que pesa 35,4 kg (78 lb), consiste em uma base de madeira com encaixes, delineando dois

Digitalizado com CamScanner

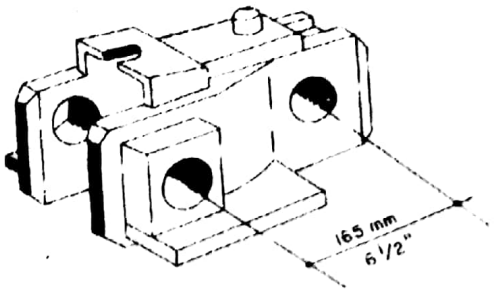


Fig 2-50. Engate de elevação do nariz de lançamento tipo MK II

espaços suficientes para comportar os berços para os roletes de lançamento (Fig 2-51).

(2) Numa extremidade da sapata existem duas cantoneiras que são utilizadas como pontos de referência. É colocada uma sapata em cada lado da ponte, com um intervalo de 3,518 m (11'-6 1/2") entre as cantoneiras. A área da sapata do rolete de lançamento é igual a 0,75 m^2.

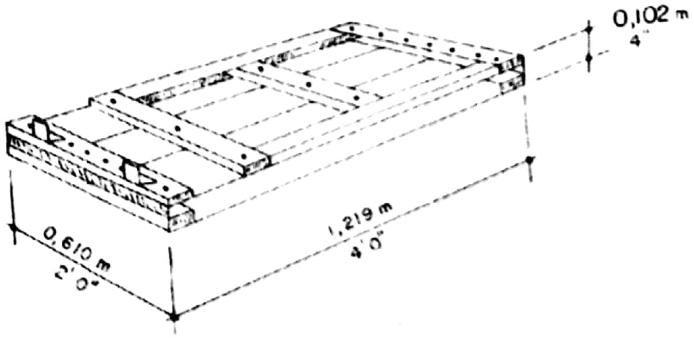


Fig 2-51. Sapata do rolete de lançamento

b. Sapata do rolete de montagem

(1) Esta sapata pesa 9,98 kg (22 lb) e consiste em uma base de madeira enquadrada com sarrafos, em três lados, e por um perfil de aço no quarto, cercando um espaço suficiente para a base de um único rolete de montagem (Fig 2-52). Também possui duas cantoneiras em uma das extremidades, como pontos de referência.

(2) Quando são usados dois roletes, um de cada lado da ponte, as sapatas ficam distanciadas de 3,51 m (11'-6 1/6"). Quando quatro roletes são usados, dois de cada lado da ponte, são utilizadas duas sapatas sob cada par, e os pares das sapatas ficam afastados de 3,314 m (10'-10 1/2"). A área da sapata do rolete de montagem é igual a 0,40 m^2.

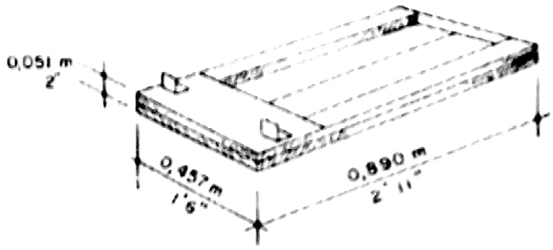


Fig 2-52. Sapata do rolete de montagem

Digitalizado com CamScanner

Tab 2-2. Número de macacos e roletes necessários

Número de macacos sob cada extremidade da ponte			
Tipo	Vão		Nº de macacos
	Pés	Metros	
SS	30 a 100	9,14 a 30,48	2
DS	50 a 140	15,24 a 42,67	4
TS	80 a 140	24,38 a 42,67	4
	150 a 160	45,72 a 48,77	6
DD	100 a 120	30,48 a 36,58	4
	130 a 180	39,62 a 54,86	6
TD	110 a 140	33,53 a 42,67	6
	150 a 190	45,72 a 57,91	8
DT	130	39,62	6
	140 a 180	42,67 a 54,86	8
	190 a 210	57,91 a 64,01	10
TT	160 a 170	48,77 a 51,82	10
	180 a 210	54,86 a 64,01	12

Número de roletes necessários				
Tipo	Vão		1ª margem	2ª margem
	Pés	Metros		
SS	30 a 100	9,14 a 30,48	2	(*)
DS	50 a 80	15,24 a 24,38	2	(*)
	90 a 100	27,43 a 30,48	2	2
	110 a 140	33,53 a 42,67	4	2
TS	80 a 160	24,38 a 48,77	4	2
DD	100 a 130	30,48 a 39,62	4	2
	140 a 180	42,67 a 54,86	4	4
TD	110 a 120	33,53 a 36,58	4	2
	130 a 190	39,62 a 57,91	4	4
DT	130 a 210	39,62 a 64,01	4	4
TT	160 a 210	48,77 a 64,01	4	4

(*): Empregue 2 roletes de montagem.

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 3

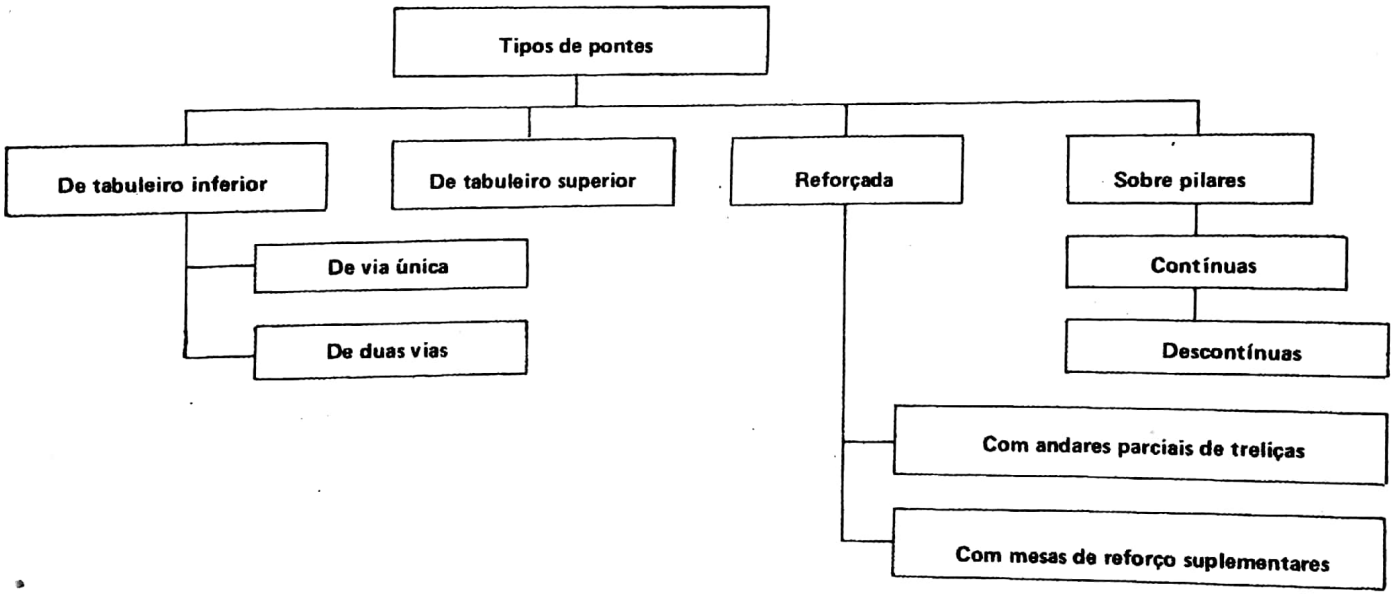
TIPOS DE PONTES – DESCRIÇÃO E CLASSE

ARTIGO I

TIPOS DE PONTES

3-1. CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE PONTES

Este capítulo trata da descrição e classificação dos tipos de pontes, constantes do diagrama abaixo:



ARTIGO II

PONTES DE TABULEIRO INFERIOR

3-2. PONTES DE VIA ÚNICA

a. Classificação e condições de travessia

(1) A classe e as condições de travessia das pontes de TABULEIRO INFERIOR – VIA ÚNICA constam da Tabela 3-1. Os dados desta tabela e das demais que versam sobre o mesmo assunto fundamentam-se em testes realizados pela "Engineer Research and Development

Digitalizado com CamScanner

Laboratories" (Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Engenharia – EUA) e são aplicáveis às pontes de fabricação norte-americana e às pontes brasileiras.

(2) Os números-classe assinalados nas referidas tabelas representam as cargas que as pontes podem suportar com segurança (normal) e sob outras condições (com cautela e com risco). O número indicado na parte superior refere-se à classe das viaturas sobre rodas e o indicado na parte inferior à classe das viaturas sobre lagartas.

(3) As condições de travessia NORMAL (N), COM CAUTELA (C) e COM RISCO (R) constantes das tabelas especificadas no Quadro 3-1 abaixo.

Quadro 3-1. Condições de travessia

RESTRIÇÕES	CONDIÇÕES DE TRAVESSIA		
	NORMAL (N)	COM CAUTELA (C)	COM RISCO (R)
Colocação da viatura	Em qualquer lugar do tabuleiro	No eixo da ponte	No eixo da ponte
Velocidade máxima	Nenhuma restrição	13 km/h (8 mi/h)	5 km/h (3 mi/h)
Distância mínima entre a parte traseira de uma viatura e a frente da viatura seguinte	27,42 m (30 jardas)	45,70 m (50 jardas)	Uma só viatura na ponte de cada vez
Cuidados especiais do motorista	Não acelerar ou parar bruscamente	Não acelerar ou parar bruscamente	Não acelerar ou parar bruscamente. Apenas CC com embreagem convencional

(4) A travessia com risco, se repetida, pode provocar deformações elásticas nos componentes da ponte e resultar em avarias. Sua realização exige a inspeção feita por um oficial de Engenharia, antes da passagem de cada viatura.

(5) Nas pontes padronizadas, o número-classe para a travessia com risco, obtido através de testes, é, normalmente, 25% maior do que o número-classe considerado para a travessia normal.

b. Vãos

(1) Os vãos constantes das tabelas para emprego da ponte tipo Bailey variam de 9,15 (30') a 64,01 (210'). A utilização da equipagem em vãos mais extensos torna-se desaconselhável devido ao excesso de peso próprio e à sua reduzida capacidade.

(2) A construção de pilares é recomendada para evitar o emprego de lances contínuos maiores que 45,75 m (150') para pontes de classe 50 e maiores que 36,60 m (120') para as pontes de classe 75.

(3) Para obtenção de bom rendimento na construção de uma ponte, devemos considerar (antes do lançamento) que o tempo necessário pata montá-la deve ser tão próximo quanto possível do tempo de montagem de um pilar (quando este for usado).

c. Condicionantes básicas

Na determinação dos elementos para a classificação das pontes foram admitidas as condicionantes básicas abaixo descritas.

(1) Travessas simples – colocadas a cada 1,52 m (5') para as pontes de classe 70 ou inferiores. Quatro travessas por seção, nas pontes de classe superior a 70.

(2) Cunhas e calços de madeira – colocados nos pontos médios das travessas externas das pontes classe 40 ou superiores e nos pontos médios das seções de rampa das pontes de classe 45 ou superiores.

(3) Contraventamento superior – usado em pontes de triplo andar, de tabuleiro inferior.

(4) Passadeiras de pedestres – seu peso foi considerado desprezível nos cálculos.

(5) Piso de uso – composto de oito linhas de pranchões de uso, perfazendo o total de 0,91 m (3') de largura por trilha. São acrescentados ao tabuleiro para proteger o piso de repartição contra o desgaste provocado pelas viaturas sobre lagartas.

d. Classe de viatura

(1) O número-classe é um número inteiro que representa o efeito que a viatura exerce sobre a ponte, ao atravessá-la. É função do peso bruto da viatura e de sua distribuição pelos eixos ou lagartas. Todas as viaturas militares são classificadas, exceção feita às viaturas de peso bruto inferior a 3 t e aos reboques de 1 1/2 t ou menores.

(2) O número-classe da viatura deve ser fixado nitidamente em sua parte dianteira.

(3) A Tabela 3-7 relaciona o número-classe de algumas viaturas e equipamentos do Exército Brasileiro.

e. Seleção do tipo de ponte

A Tabela 3-1 destina-se à seleção das pontes de TABULEIRO INFERIOR/VIA ÚNICA.

(1) Seu emprego requer o conhecimento prévio do comprimento do vão a ser vencido e da maior classe de viatura que deverá atravessar a ponte.

(2) Em função do comprimento do vão a ser vencido, constante da coluna da esquerda, obtém-se o tipo de ponte mais adequado para suportar a classe crítica da viatura considerada, sob as diversas condições de travessia.

3-3. PONTES DE DUAS VIAS

a. Descrição

As pontes de duas vias e tabuleiro inferior consistem em uma estrutura de duas vigas externas, indepen-

Digitalizado com CamScanner

dentes, e uma viga comum ao centro, montadas com os componentes padronizados da equipagem.

(1) As pontes deste tipo ficam restritas a classes inferiores a 70 devido à impossibilidade de se adaptarem quatro travessas por seção na viga central comum. Esta viga central suporta aproximadamente metade da carga total e deve ser duas vezes mais resistente que as vigas externas.

(2) As travessas, colocadas à razão de duas por seção, ultrapassam o alinhamento da viga central e ocupam encaixes alternados em uma e outra via da ponte.

b. Classe

A classe de uma ponte TABULEIRO INFERIOR -- DUAS VIAS corresponde à mesma classe que teria uma ponte de via única, no mesmo vão, tomando-se por base a treliça externa. Entretanto, nem todos os tipos de pontes são adequados à montagem de estruturas em dupla via.

ARTIGO III

PONTES DE TABULEIRO SUPERIOR

3-4. DESCRIÇÃO GERAL

Para a substituição de pontes táticas de via única por pontes semipermanentes ou permanentes de maior capacidade de tráfego, é recomendável a construção de pontes rodoviárias de tabuleiro superior, tipo plataforma, de classe 50 ou maior, montadas com os componentes padronizados da equipagem. Estas podem ter uma ou duas vias e um número de treliças que varia de 10 a 18, conforme a classe e o tipo de construção.

3-5. CLASSES

A Tabela 3-2 fornece a classe das pontes de tabuleiro superior, tipo plataforma, segundo os vãos e tipos de construção considerados.

ARTIGO IV

PONTES REFORÇADAS

3-6. PONTES REFORÇADAS COM ANDARES PARCIAIS DE TRELIÇA

a. As pontes DS, TS, DD e TD podem ser reforçadas pela conversão das seções centrais em DD, TD, DT e TT, desde que a sua classe não tenha sido limitada pelo esforço cortante, como as pontes de menor comprimento (por tipo de construção) constante da Tabela 3-1.

b. Verificamos pela referida tabela que o limite da classe, em virtude do esforço cortante, é de 30/30 para SS, 75/70 para DS, 85/80 para TS, 80/80 para DD, 90/90 para TD, 70/80 para DT e 80/75 para TT.

c. Para determinação do tipo de reforço proceder da forma abaixo descrita.

(1) Partindo-se da ponte considerada, cuja classe foi determinada na Tabela 3-1, verificam-se os reforços possíveis na Tabela 3-3.

(2) A Tabela 3-3 (de dupla-entrada) permite deduzir a capacidade de uma ponte que recebe andares de treliças parciais. Na coluna dos tipos de pontes, toma-se o vão considerado e verificam-se as várias opções de reforçamento e a nova classe da ponte.

(3) Volta-se à Tabela 3-1 para verificar se a nova classe é inferior ao limite imposto pelo esforço cortante.

d. Exemplo do reforçamento de uma ponte TS de 30,50 m (100').

(1) Uma ponte TS de 50,50 m (100') suporta, com segurança, cargas classe 50/55, conforme se vê na Tabela 3-1.

(2) Segundo a Tabela 3-3, reforçada com quatro seções de treliça-dupla a classe aumenta para 55/60 e, com seis seções, a classe aumenta para 65/70.

(3) Voltando-se à Tabela 3-1, verifica-se que as novas classes são inferiores às de 85/80 e que, portanto, o reforçamento é viável, quanto às exigências do esforço cortante.

3-7. PONTES COM MESAS DE REFORÇO SUPLEMENTARES

Todas as pontes, exceto as limitadas por esforço cortante, podem ser reforçadas com mesas suplementares. A Tabela 3-4 fornece as classes das pontes reforçadas com mesas suplementares e o número de seções que é necessário reforçar. Sua consulta é idêntica à da Tabela 3-3.

Digitalizado com CamScanner

ARTIGO V

PONTES SOBRE PILARES

3-8. PONTES CONTÍNUAS

a. Descrição – uma ponte de lances contínuos (Cap 17) é aquela cujas mesas (superior e inferior) não se interrompem sobre pilares intermediários.

b. Classe – as classes dessas pontes variam com o comprimento dos lances.

(1) A Tabela 3-5 mostra a classe das pontes contínuas com lances de idênticos comprimentos.

– Por exemplo, uma ponte de lances contínuos de 48,80 m (160'), tipo TS, consistindo em dois lances de 24,40 m (80') terá uma capacidade de classe de 80/80.

(2) A Tabela 3-6 fornece as classes das pontes contínuas sobre pilares, cujos lances têm comprimentos diferentes.

– Por exemplo, uma ponte contínua de 48,80 m (160') tipo TS, constituída de um lance de 30,50 m (100') e outro de 18,30 m (60') terá capacidade de classe 65/65. Deve-se ter cuidado no emprego da Tabela 3-6, uma vez que ela só se aplica aos comprimentos dos lances indicados.

3-9. PONTES DESCONTÍNUAS

São aquelas pontes lançadas sobre pilares intermediários, nos quais existe uma interrupção das treliças, fazendo com que cada lance se comporte como uma ponte autônoma. O Capítulo 17 aborda o assunto pormenorizadamente.

ARTIGO VI

RESTRIÇÕES TÉCNICAS E PRECAUÇÕES

3-10. RESTRIÇÕES QUANTO À CLASSE – EXEMPLO

a. Consideremos a necessidade de passagem, em uma ponte Bailey, do canhão 280 mm T-131, montado em plataforma T 72 e carreta T 10, classificado como viatura classe 98. Para que seja possível sua travessia em uma ponte M2, devem ser tomadas as seguintes precauções:

(1) Assentar quatro travessas por seção de ponte.

(2) Calçar todas as rampas e travessas externas, no ponto médio.

(3) Instalar um piso de uso de 7,6 m (3") sobre o tabuleiro, sem nenhuma descontinuidade nas extremidades das vigas do tabuleiro.

(4) Permitir que apenas uma carreta transponha a ponte de cada vez.

(5) Calcular o momento fletor e a força cortante causados pelo canhão, para avaliar se é possível sua travessia na ponte existente (menor que a classe 98), pois a longa distância entre seus eixos e cabines admite a possibilidade de travessia em pontes de classe inferior.

b. O quadro ao lado indica os vãos máximos de pontes de painéis Bailey M2, que permitem a travessia normal do canhão de 280 mm, com transportador.

TIPO	VÃO	
	Metros	Pés
DS	21,35	70
TS	24,40	80
DD	30,50	100
TD	36,60	120
DT	42,70	140
TT	51,85	170

3-11. GABARITOS

a. Horizontal – a ponte Bailey M2 tem 3,18 m (12'-6") de largura entre os rodapés e 4,34 m (14'-3") entre as treliças. Como mede apenas 26,8 m entre o rodapé e a treliça adjacente, é aconselhável construir uma proteção de madeira (mostrada na Fig 3-1), junto à parte interna das treliças, para evitar que se danifiquem, caso sejam abalroadas por saliências das carrocerias das viaturas.

b. Vertical – a Figura 3-2 mostra o gabarito vertical da ponte tripla-dupla com suporte de contraventamento superior e com contraventamento superior de circunstância.

(1) Deve haver, antes da entrada da ponte, um gabarito metálico com altura inferior ao gabarito vertical da ponte, para acusar a existência de cargas com dimensões perigosas.

(2) Muitas vezes as viaturas possuem saliências que obrigam a uma construção de ponte de tabuleiro superior, tipo plataforma ou com andares pendentes.

Digitalizado com CamScanner

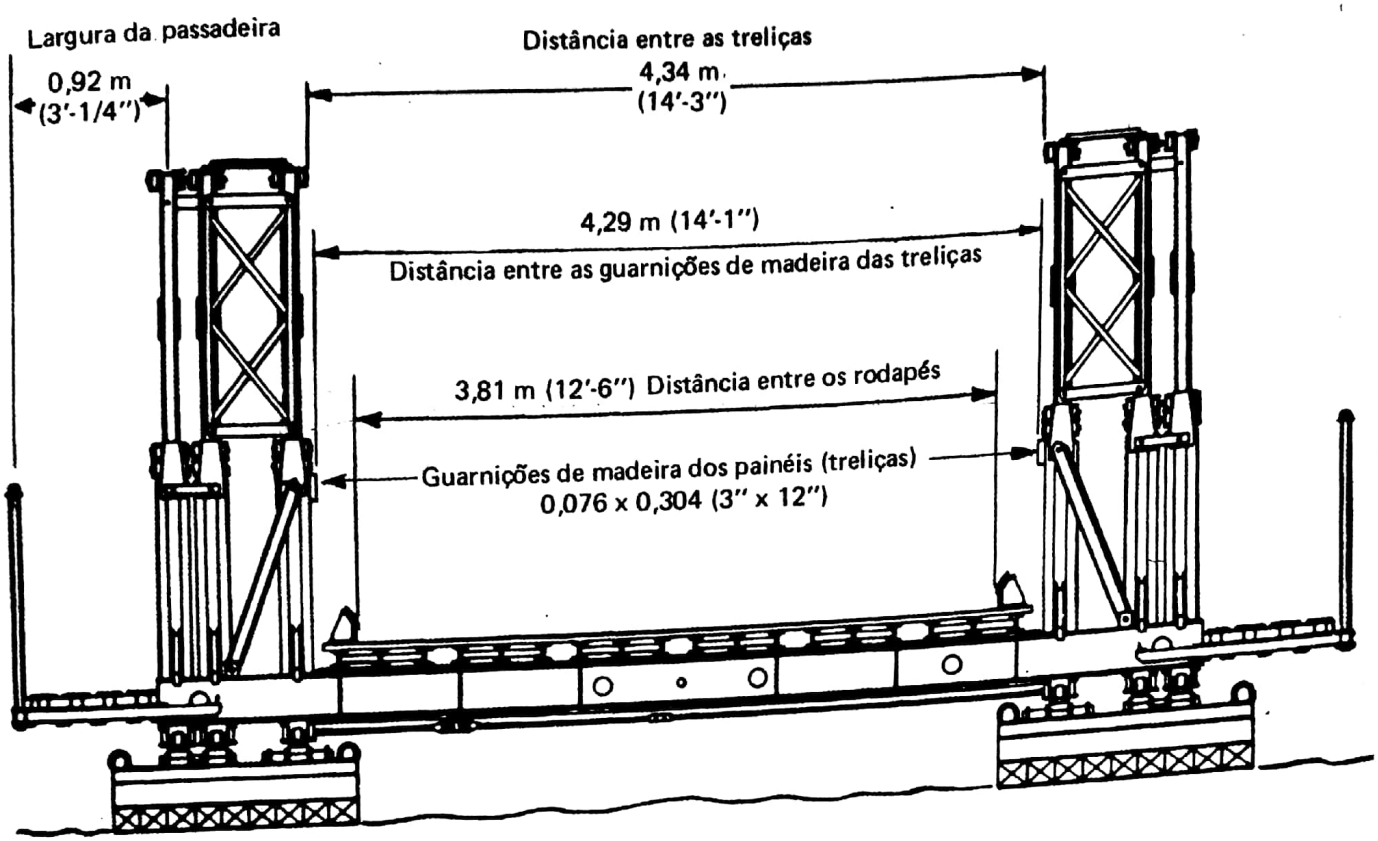
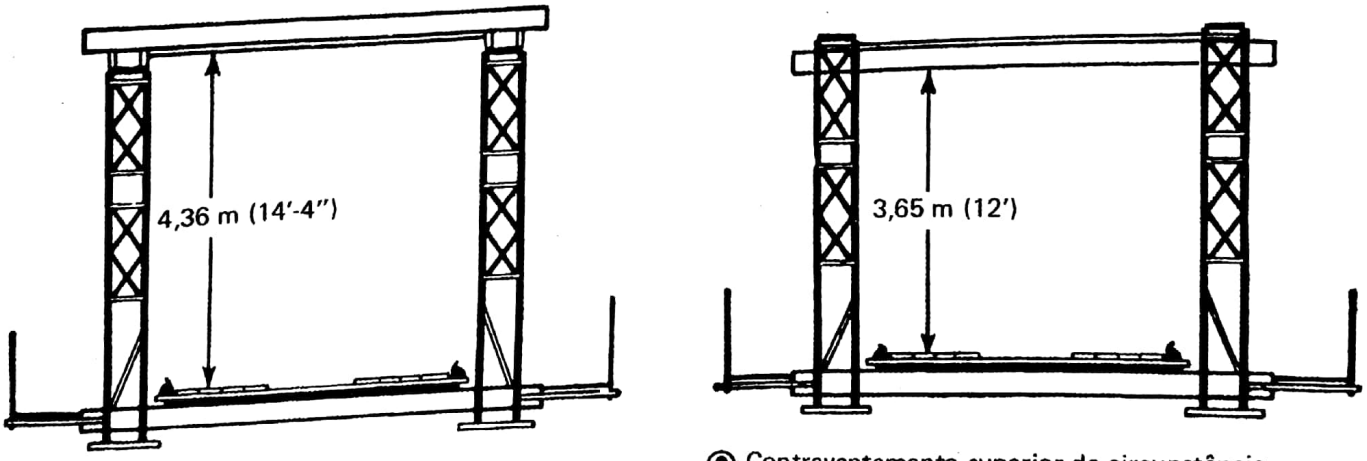


Fig 3-1. Ponte Tripla-Dupla mostrando as medidas horizontais



① Travessa de contraventamento superior

② Contraventamento superior de circunstância

Fig 3-2. Ponte Tripla-Dupla mostrando o gabarito vertical

Digitalizado com CamScanner

Tab 3-1. Classes das pontes de tabuleiro inferior — via única

Vãos		SS			DS			TS			DD			TD			DT			TT		
Metros	Pés	N	C	R	N	C	R	N	C	R	N	C	R	N	C	R	N	C	R	N	C	R
9,15	30	30/30	42/37	47/32																		
12,20	40	24/24	36/34	40/38																		
15,25	50	24/24	33/31	36/35	75/70	83/86	88/84															
18,30	60	20/20	30/29	33/32	65/65	77/73	85/79															
21,35	70	20/20	24/24	30/30	60/60	68/69	78/75															
24,40	80	16/16	20/20	24/24	50/55	60/60	66/64	85/80	95/90	100/90*												
27,45	90	12/12	16/16	19/19	40/45	50/50	55/55	65/65	74/75	82/82												
30,50	100	8/8	12/12	14/14	30/30	37/39	42/44	50/55	57/60	64/66	80/80	86/90	96/90									
33,55	110				20/20	30/32	34/36	35/40	47/49	52/54	65/70	72/76	80/83	90/90*	100/90	100/90*						
36,60	120				16/16	23/23	27/30	30/35	38/41	43/45	45/55	57/61	64/68	75/80	83/90*	91/90*						
39,65	130				12/12	18/18	21/21	20/20	31/33	35/38	35/45	47/50	53/56	55/60	65/72	74/80	70/80	80/90*	90/90*			
42,70	140				8/8	14/14	17/17	16/16	24/24	29/31	30/35	39/42	44/48	45/55	57/62	64/70	70/70	80/90*	88/90*			
45,75	150							12/12	18/18	22/22	24/24	32/35	36/40	35/45	47/51	54/58	60/60	77/85	85/90*			
48,80	160							8/8	15/15	17/17	16/16	25/25	30/33	30/35	37/41	45/48	55/55	69/78	80/89	80/75	100/90*	100/90*
51,85	170							4/4	10/10	13/13	12/12	19/19	24/24	20/20	31/34	36/40	45/50	57/64	64/74	70/70	80/90*	90/90*
54,90	180										8/8	15/15	18/18	16/16	24/24	29/32	35/45	48/58	55/60	55/60	66/75	77/87
57,95	190													12/12	18/18	22/22	30/35	39/43	46/51	45/55	59/66	68/77
61,00	200																20/20	32/36	38/43	35/40	48/52	55/62
64,01	210																16/16	25/25	31/35	24/24	38/43	46/51

OBSERVAÇÕES – 1) Condições de travessia: N = normal, C = com cautela, R = com risco.

2) As classes assinaladas com (*) são limitadas pela largura da via.

3) O número da esquerda mostra a classe das viaturas sobre rodas, o da direita mostra a classe das viaturas sobre lagartas.

4) As pontes de classe normal superior a 70 devem ter quatro travessas por seção.

Digitalizado com CamScanner

Tab 3-2. Classes das pontes de tabuleiro superior

TIPO DE TRELIÇA	SIMPLES						DUPLA					
NÚMERO DE VIAS	UMA VIA			DUAS VIAS			UMA VIA			DUAS VIAS		
Número de treliças / Vão metros / Pés	10	15	18	10	15	18	10	15	18	10	15	18
15,25 m 50				80/ /70								
18,30 m 60				70/ /65								
21,35 m 70				60/ /60	100/ /90							
24,40 m 80	100/ /90			55/ /55	100/ /90	100/ /90				50/ /55		
27,45 m 90	100/ /90			45/ /45	65/ /65	100/ /90				50/ /50		
30,50 m 100	75/ /75	100/ /90		35/ /35	50/ /50	80/ /70				45/ /50		
33,55 m 110	55/ /60	85/ /90	100/ /90		40/ /40	65/ /65	85/ /85			40/ /45	80/ /75	
36,60 m 120	45/ /45	70/ /70	90/ /90			50/ /55	75/ /75			40/ /40	70/ /70	90/ /90
39,65 m 130	35/ /35	55/ /55	75/ /75			40/ /45	60/ /60	90/ /90			60/ /60	80/ /80
42,70 m 140		40/ /45	60/ /60				45/ /50	70/ /75	95/ /90		50/ /55	65/ /70
45,75 m 150			45/ /50				35/ /35	55/ /60	75/ /80		40/ /45	55/ /60
48,80 m 160			35/ /35					40/ /45	60/ /65			45/ /50
51,85 m 170								30/ /30	45/ /45			
54,90 m 180									30/ /30			
57,95 m 190												
61,00 m 200												
64,05 m 210												

OBSERVAÇÃO – O número de cima representa a classe da ponte para viaturas sobre rodas e o de baixo a classe da ponte para viaturas sobre lagartas.

Digitalizado com CamScanner

Tab 3-3. Classes das pontes reforçadas com andares parciais

TIPO DE PONTE		DS		TS		DD		TD	
Vão		Número de seções reforçadas	Classe	Número de seções reforçadas	Classe	Número de seções reforçadas	Classe	Número de seções reforçadas	Classe
Metros	Pés								
27,45	90	0 3	35/40 40/45	0 5	65/65 70/75				
30,50	100	0 6	30/30 35/45	0 4 6	50/55 55/50 65/70	0 4	80/80 90/90		
33,55	110	0 7	20/20 35/40	0 5 7	35/40 45/55 55/65	0 5 7	65/70 75/80 80/90*		
36,60	120	0 6 8	16/16 24/24 30/35	0 6 8	30/35 40/45 55/50	0 6 8	45/55 70/75 75/85	0 4 6	65/70 75/80 100/90*
39,65	130	0 7 9	12/12 20/20 30/30	0 7 9	20/20 35/40 50/55	0 5 7 9	35/45 40/50 60/65 65/70	0 5 7	55/60 70/70 90/90*
42,70	140	0 8 10	8/8 16/16 24/24	0 8 10	16/16 30/55 40/45	0 6 8 10	30/35 35/40 50/60 65/65	0 6 8	45/55 60/65 80/90*
45,75	150			0 9 11	12/12 24/30 35/40	0 7 9 11	24/24 30/35 45/55 60/60	0 7 9 11	35/45 45/55 70/80 85/80*
48,80	160			0 8 10 12	8/8 12/12 20/20 24/30	0 8 10 12	16/16 24/30 40/50 50/50	0 8 10	30/35 40/50 65/75
51,85	170				170	0 9 11 13	12/12 20/20 35/40 40/45	0 9 11	20/20 35/40 06/70
54,90	180					0 10 12 14	8/8 12/12 30/35 35/40	0 10 12	16/16 30/35 50/60
57,95	190							0 11 13	12/12 24/30 45/50

OBSERVAÇÕES – 1. Observar se a fundação comporta o aumento da carga.
2. As pontes de classe assinaladas com * são limitadas pela largura da via.
3. O número da esquerda representa a classe das viaturas sobre rodas e o da direita a classe das viaturas sobre lagartas.
4. As pontes de classe normal acima de 70 devem ser construídas com quatro travessas por seção.

Digitalizado com CamScanner

Tab 3-4. Classes das pontes reforçadas com mesas de reforço suplementares

VÃO		SS		DS		TS		DD		TD		DT		TT	
METROS	PÉS	Número de seções reforçadas	Classe	Número de seções reforçadas	Classe	Número de seções reforçadas	Classe	Número de seções reforçadas	Classe	Número de seções reforçadas	Classe	Número de seções reforçadas	Classe	Número de seções reforçadas	Classe
24,40	80	0	16/16	0	50/55	0	85/80								
		4	20/20	4	65/60	4	100*/90*								
27,45	90	0	12/12	0	40/45	0	65/65								
		5	16/16	5	55/55	5	95/85								
30,50	100	0	8/8	0	30/30	0	50/55	0	80/80						
		6	16/16	6	45/50	6	80/75	4	100*/90*						
33,55	110			0	20/20	0	35/40	0	65/70						
				7	45/45	7	70/70	7	100*/90*						
36,60	120			0	16/16	0	30/35	0	45/55	0	75/80				
				8	40/40	8	65/65	8	100*/90*	6	100*/90*				
39,65	130			0	12/12	0	20/20	0	35/45	0	55/60				
				9	35/35	9	55/60	9	90/85	7	95/90*				
42,70	140			0	8/8	0	16/16	0	30/35	0	45/55				
				10	30/30	10	45/50	10	80/70	8	85/90*				
45,75	150					0	12/12	0	24/24	0	35/45				
						11	40/45	11	70/65	9	80/85				
48,80	160					0	8/8	0	16/16	0	30/35				
						12	35/35	12	55/55	10	65/70				
51,85	170							0	12/12	0	20/20				
								11	45/45	11	55/65				
54,90	180							0	8/8	0	16/16				
								12	35/40	12	45/55				
57,95	190									0	12/12	0	30/35	0	45/55
										13	45/50	9	35/35	7	50/50
61,00	200											0	20/20	0	35/40
												10	30/30	10	45/45
64,05	210											0	16/16	0	24/24
												13	30/24	11	40/40

OBSERVAÇÕES –

1) Tanto a mesa superior como a inferior devem ser reforçadas.
2) Observar se a fundação comporta o aumento de carga.
3) As pontes de classe assinaladas com * são limitadas pela largura da via.
4) O número da esquerda representa a classe das viaturas sobre rodas e o da direita a classe das viaturas sobre lagartas.
   Exemplo: 45/50.
5) As pontes de classe normal acima de 70 devem ser construídas com quatro travessas por seção.

Digitalizado com CamScanner

Tab 3-5. Classes das pontes contínuas de lances iguais

CLASSES DAS PONTES CONTÍNUAS DE LANCES IGUAIS								
Vão		Tipo de Construção						
Metros	Pés	SS	DS	TS	DD	TD	DT	TT
9,15	30	24						
12,20	40	20						
15,25	50	20	65/65					
18,30	60	20	60/60					
21,35	70	16	50/55					
24,40	80	16	45/50	80/80				
27,45	90	12	40/45	70/70				
30,50	100	12	35/40	60/60	90/90*			
33,55	110		30/35	50/55	80/80	100/90*		
36,60	120		20/20	40/45	65/70	90/90*		
39,65	130		16/16	30/35	50/55	80/80	90/90*	
42,70	140		12/12	24/24	40/45	60/65	75/80	
45,75	150			20/20	30/35	50/55	65/75	
48,80	160			16/16	24/24	40/45	60/65	80/90*
51,85	170				16/16	30/35	50/60	75/85
54,90	180				12/12	20/20	40/45	65/75
57,95	190					16/16	30/30	50/55
61,00	200							35/40

PROCESSO DE CONSTRUÇÃO – 1) O vão deve ser dividido em lances iguais.
2) Sobre os pilares só se admitem as seguintes transformações: de SS para DS, de DS para DD, de TS para TD e de DD para TD.

OBSERVAÇÕES – 1) As pontes de classes assinaladas com * são limitadas pela largura da via.
2) O número da esquerda mostra a classe para viaturas sobre rodas e o da direita para viaturas sobre lagartas.
3) Para classes superiores a 70, a ponte deve ser construída com quatro travessas por seção.

Tab 3-6. Classes das pontes contínuas de lances diferentes

CLASSES DAS PONTES CONTÍNUAS DE LANCES DIFERENTES										
Vãos		Tipo de construção								
Metros	Pés	SS	DS		TS		DD		TD	
			Roda	Larg.	Roda	Larg.	Roda	Larg.	Roda	Larg.
15,25 – 9,15	50 – 30	20	70	70						
18,30 – 12,20	60 – 40	20	65	65						
21,35 – 12,20	70 – 40	16	55	60						
24,40 – 15,25	80 – 50	16	50	55	85	85				
27,45 – 18,30	90 – 60	12	45	50	75	75				
30,50 – 18,30	100 – 60	12	40	45	65	65	100 *	90*		
33,55 – 21,35	110 – 70		35	40	55	60	85	85		
36,60 – 21,35	120 – 70		24	24	45	50	70	75	100*	90*
39,65 – 24,40	130 – 80		20	20	35	40	60	65	85	85
42,70 – 27,45	140 – 90				30	30	50	55	75	80
45,75 – 27,45	150 – 90				24	24	40	45	65	70
48,80 – 30,50	160 – 100						30	35	55	55
51,85 – 33,55	170 – 110						24	24	40	45
54,90 – 33,55	180 – 110								30	35
57,95 – 36,60	190 – 120								24	24

OBSERVAÇÕES – 1) O lance menor deve ser do mesmo tipo do lance maior e o seu comprimento deve ser, no mínimo, igual a 60% do lance adjacente.
2) Havendo um lance de construção mais pesado, a estrutura deve ultrapassar o pilar, alcançando, no mínimo, 25% do lance adjacente.
3) As viaturas em comboio devem ser espaçadas de 30 metros.
4) As pontes de classe assinaladas com * são limitadas pela largura da via.
5) Para classes superiores a 70, a ponte deve ser construída com quatro travessas por seção.

Digitalizado com CamScanner

Tab 3-7. Número-classe de algumas viaturas e equipamentos do Exército

DENOMINAÇÃO	NÚMERO – CLASSE
1. Vtr SOBRE LAGARTAS	
CAN 175 M 107	29
CCL M 41	24
CCL M 3A1	14
CCM M–4 ("SHERMAN")	34
OBUS AP M 108	22
OBUS AP M 109	24
OBUS AP M 110	27
VBTP M 113	11
Crr SOCORRO M 578	25
2. Vtr DE MEIA – LAGARTA	
C Bld 1/2 LAGARTA M2 A M5	9
3. Vtr SOBRE RODAS	
C Bld "SCOUT CAR" 4x4 M3A1	6
C CR CASCAVEL	9
C TRA ANFÍBIO URUTU	11
TNE 2 1/2 t, 4x4, FORD DIESEL, D-600	12
TNE 2 1/2 t, 6x6, FORD DIESEL, D-600	11
TNE 2 1/2 t, 4x4 MERCEDES BENZ, LA-1113/48	12
TNE 2 1/2 t, 6x6, MERCEDES BENZ, LG-1213	12
TNE 2 1/2 t, 4x4, CHEVROLET DIESEL, D-6503	12
TNE 2 1/2 t, 6x6, CHEVROLET DIESEL, D-6503	11

DENOMINAÇÃO	NÚMERO CLASSE
TNE 2 1/2 t, 6x6, M-34, REO	8
TNE 5 t, 6x6, MERCEDES BENZ L-1519	21
TNE 5 t, 6x6, REO' M-41	15
TE 2 1/2 t, 4x4, MERCEDES BENZ LA-1113/42	12
TE 2 1/2 t, 6x6, REO, BASCULANTE M59, M215, M342	9
TE 5 t, 6x6, MERCEDES BENZ, L-1519	21
TE 5 t, 6x6, REO, M-62, SOCORRO	21
4. EQUIPAMENTO MECÂNICO	
MOTONIVELADORA CARTERPILLAR, CAT-12	10
MOTONIVELADORA HUBER WARCO, 4D	11
QUICK WAY – MODELO M200	22
QUICK WAY – MODELO N-383 AB	8
TRATOR CARTEPILLAR D-4	10
TRATOR CARTEPILLAR D-6	14
TRATOR CARTEPILLAR D-6 FSN 2410-542-4206	8
TRATOR CARTEPILLAR D-7	19
TRATOR CARTEPILLAR D-7E	28
TRATOR CARTEPILLAR D-8	30

OBSERVAÇÃO – O número-classe referente aos caminhões pressupõe que os mesmos estejam com carga para rodovias e não para deslocamento através do campo.

Tab 3-8. Principais dimensões das pontes Bailey

Dimensões Críticas	Polegadas	Metros
– Via entre as vigotas de rodapé	150	3,81
– Largura entre as proteções de madeira	165	4,19
– Distância de centro a centro das treliças:		
– Internas	178	4,52
– Centrais	214	5,44
– Externas	231	5,87
– Distância entre as linhas de centro das placas-bases:		
– Pontes simples	178	4,52
– Pontes duplas	196	4,98
– Pontes triplas	207,5	5,27
– Distância entre os cantos externos das placas-bases:		
– Pontes simples	233	5,92
– Pontes duplas	251	6,38
– Pontes triplas	262,5	6,67
– Distância entre os ressaltos de medição das sapatas dos roletes de lançamento	138,5	3,52
– Distância entre os ressaltos de medição das sapatas dos roletes de montagem:		
– Pontes SS e DS	138,5	3,52
– Pontes TS, DD, TD, DT e TT	130,5	3,31
– Distância longitudinal entre os roletes de montagem	300	7,62
– Altura da placa-base ao topo dos pranchões	28,31	0,72
– Altura da base da sapata do rolete de lançamento ao seu topo	16,31	0,41
– Altura da base da sapata do rolete de montagem ao seu topo	8,94	0,23
– Altura da base do pedestal de rampa ao topo dos pranchões da rampa	17,25	0,44
– Altura do topo do pranchão ao contraventamento superior:		
– Normal	175	4,45
– De Circunstância	147	3,73
– Altura da base do berço à mesa inferior do painel	5,53	0,14
– Altura da mesa inferior do painel ao topo dos pranchões	20,69	0,53
– Altura da canelura do poste terminal ao topo dos pranchões	22,41	0,57
– Altura da base do berço do rolete de lançamento ao topo do rolete	13,31	0,34

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 4

TIPOS DE CARREGAMENTO DA EQUIPAGEM

4-1. MATERIAL DA EQUIPAGEM

a. Equipagem de Ponte Bailey, tipo M2 — a equipagem da Ponte Bailey, tipo M2, básica, tem suas peças relacionadas na Tabela 4-1. A mesma tabela presta-se para a orientação das atividades de suprimento, aquisição e estocagem de material. As peças nela relacionadas permitem construir e lançar duas pontes DS de 24,40 m (80') cada, ou uma ponte DD de 39,65 m (130').

b. Conjunto de montagem de pilares

(1) Complementando a equipagem básica, anteriormente citada, os usuários poderão ser providos com o conjunto de peças relacionado na Tabela 4-2, destinado à construção de pilares.

(2) As peças relacionadas permitem a construção de um pilar, capaz de sustentar dois vãos de ponte tripla-tripla (TT).

4-2. CARREGAMENTO-TIPO

a. Viaturas apropriadas — a equipagem de ponte, bem como o conjunto de peças complementares, pode ser transportada em viaturas de 2,5 ou 5 t. O presente manual apresenta um plano de carregamento baseado na existência de viaturas de 5 t e reboques tipo utilitário.

b. Pressupostos do plano — o plano de carregamento da ponte, que será apresentado, tem como base os pressupostos abaixo descritos.

(1) Baseia-se na experiência de que as pontes tipo DS dão solução à maioria dos problemas.

(2) Todas as cargas-tipo sugeridas são adequadas à capacidade das viaturas e dos reboques. A missão da unidade e a disponibilidade de viaturas podem implicar em remanejamento.

(3) A equipagem pode ser estocada em local restrito e os trabalhos de construção iniciados com três cargas.

(4) O número de reboques equivale a 40% do número de viaturas, o que permite o emprego das viaturas simples para rebocar, eventualmente, as viaturas avariadas.

(5) O material de lançamento fica distribuído por quatro viaturas e um reboque, minimizando, dessa forma, o efeito das perdas.

c. Carregamento-tipo, componentes estruturais e material de lançamento — toda a equipagem, como foi explanado, é transportada em cargas-tipo, por viaturas de 5 ton e reboques de 2,5 ton. A distribuição do material nas viaturas e reboques está detalhada nas tabelas de nºs 4-3 a 4-12. A Tabela 4-13 define as possibilidades e destinação de cada carga-tipo. As figuras 4-1 a 4-9 mostram a disposição do material sobre as viaturas e reboques.

(1) As pontes de comprimento superior a 48,80 m (160') podem ter o material de lançamento recalculado para não sobrecarregar o comboio.

(2) A Companhia de Pontes e Painéis tem, normalmente, a missão de fazer o carregamento e o transporte do material. Incumbe-se, ainda, da assessoria técnica, da manutenção da equipagem e, eventualmente, pode fazer o transporte, com cada um de seus pelotões, de uma ponte DS de 24,32 m (80').

(3) Deve-se cuidar para que as cargas fiquem bem dispostas e amarradas. Os painéis devem ficar com os mesmos ressaltos (macho ou fêmea) voltados para a traseira da viatura.

d. Carregamento do conjunto de montagem de pilares — duas viaturas são suficientes para transportar todo o conjunto.

Digitalizado com CamScanner

4-3. CARREGAMENTO (OUTRO PLANO)

Considerando que o emprego da equipagem da ponte de painéis pressupõe a existência de estradas onde o material circule sem dificuldades, seu transporte pode efetivar-se, também, segundo o plano constante no Artigo V do Cap I do Manual Técnico T-5-277, PONTES DE PAINÉIS TIPO BAILEY – 2ª PARTE – MONTADA SOBRE SUPORTES FLUTUANTES. Esta linha de ação permitirá o melhor aproveitamento da capacidade das viaturas eventualmente disponíveis.

Tab 4-1. Equipagens de pontes de painéis, tipo Bailey M2

1. COMPONENTES ESTRUTURAIS

NOMENCLATURA	PESO UNITÁRIO		QUANTIDADE POR EQUIPAGENS	PESO TOTAL	
	Libras	Quilogramas		Libras	Quilogramas
— Berço	68	30,85	16	1.088	493,50
— Braçadeira da travessa	7	3	600	4.200	1.905,00
— Cabo de corrimão (rolo de 45 metros)	20	9	4	80	36,20
— Caixa de madeira	60	27	2	120	54,00
— Chapa de ligação	3,5	1,60	42	147	66,70
— Contrapino	0,13	0,06	1.000	130	59,00
— Contraventamento diagonal	68	31	64	4.352	1.974,00
— Escora	22	10	64	1.408	638,00
— Estrado de passadeira	104	47	32	3.328	1.509,00
— Estrado de vigas, de rampa, com botões	348	157,80	16	5.568	2.525,60
— Estrado de vigas, de rampa, simples	338	153,30	32	10.816	4.906,00
— Estrado de vigas, de tabuleiro, com botões	267	121,10	32	8.544	3.875,50
— Estrado de vigas, de tabuleiro, simples	260	117,95	64	16.640	7.548,00
— Marco luminoso	0,13	0,06	100	13	6,00
— Painel	577	261,80	126	72.702	32.977,00
— Parafuso de contraventamento	1	0,453	1.200	1.200	544,00
— Parafuso de painel	7,5	3,40	400	3.000	1.361,00
— Parafuso de rodapé	4,5	2,05	440	1.980	898,00
— Pedestal de rampa	93	42,20	16	1.488	675,00
— Pino de contraventamento diagonal	1,1	0,50	50	55	25,00
— Pino de painel	6,1	2,80	400	2.440	1.106,80
— Pino de painel, curto	5,8	2,60	38	220	99,80
— Piquete de aço	12	5,45	40	480	218,00
— Placa-base	381	172,80	8	3.048	1.382,50
— Poste de corrimão	10	4,50	80	800	362,80
— Poste terminal, fêmea	130	59	16	2.080	943,50
— Poste terminal, macho	121	54,90	16	1.936	878,20
— Pranchão	65	29,50	336	21.840	9.906,50
— Quadro de contraventamento	44	20	64	2.816	1.277,40
— Suporte de passadeira	23	10,45	80	1.840	834,60
— Travessa	618	280,30	56	34.608	15.698,00
— Vigota de rodapé, de aço	162	73,50	48	7.776	3.527,00
Peso total dos componentes estruturais				216.743	98.312,90

Digitalizado com CamScanner

Tab 4-1. Equipagens de pontes de painéis, tipo Bailey M2 (continuação)

2. MATERIAL DE LANÇAMENTO

NOMENCLATURA	PESO UNITÁRIO		QUANTIDADE POR EQUIPAGENS	PESO TOTAL	
	Libras	Quilogramas		Libras	Quilogramas
– Alavanca de painel	48	21,75	12	576	261,50
– Algemas "D" para 0,5 ton	5	2,30	4	20	9,10
– Amarra de fibra de 5/8" de circunferência x 150' de comprimento – (rolo)	20	9,08	4	80	36,30
– Amarra de fibra de 5/8" de circunferência x 25' de comprimento – (rolo)	3,3	1,50	88	290	131,50
– Amarra de fibra de 3/4" de circunferência x 600' de comprimento – (rolo)	102	46,30	2	204	92,50
– Amarra de fibra de 1" de circunferência x 600' de comprimento	156	70,80	2	312	141,50
– Barra de transporte	8	3,60	40	320	145,00
– Cadernal duplo para amarra de 1" de circunferência	8	3,60	8	64	29,00
– Cadernal triplo para amarra de 1" de circunferência	20	9	4	80	36,20
– Chave de uma boca de 1 1/4"	4,4	2,00	30	132	59,90
– Chave de uma boca de 3/4"	3,3	1,50	60	198	89,80
– Chave de catraca, de 1 1/4"	15,45	7,00	30	463,5	210,20
– Chave de manivela de 3/4"	1,65	0,75	40	66	30,00
– Cunha de madeira	12	5,40	16	192	87,00
– Engate de elevação do nariz de lançamento – MK II	28	12,70	24	672	304,80
– Extrator de pinos	18	8,10	4	72	32,60
– Macaco de catraca para 15 ton	128	58	10	1.280	580,50
– Macaco de mesa	82	37,20	12	984	446,40
– Madeira de fundação – peça de 3"x6"x4'6" – (0,076x0,15x1,40 m)	18	8,15	48	864	391,50
– Madeira de fundação – peça de 6"x6"x4'6" (0,15x0,15x1,40 m)	52	23,60	144	7.480	3.397,00
– Martelo acolchoado	4	1,80	45	180	81,60
– Marreta de 8 libras (3,6 kg)	8	3,60	12	96	43,50
– Patesca de lado aberto para amarra de 3/4" de circunferência	6,3	2,80	4	25	11,30
– Peça de ancoragem, completa, com 9 piquetes	160	72,60	12	1.920	871,00
– Prego de aço	–	–	300	300	136,00
– Piquete de aço	–	–	20	20	9,10
– Rolete de lançamento	206	93,40	12	2.472	1.121,30
– Rolete de montagem	116	52,60	12	1.392	631,50
– Rolete de travessa	12	5,40	4	48	21,80
– Sacola para peças	2	0,90	50	100	45,40
– Sapata de macaco	36	16,30	8	288	130,60
– Sapata do rolete de lançamento	78	35,40	8	624	283,00
– Sapata do rolete de montagem	22	10	12	264	119,80
– Tenaz	13	5,90	20	260	117,90
Peso total do material de lançamento				22.346	10.136,30

OBSERVAÇÕES – 1) Uma equipagem de ponte contém os componentes necessários para a montagem de duas pontes DS de 80 pés ou uma ponte DD de 13 pés, com nariz de lançamento.
2) Todos os macacos devem ter o mesmo passo.

Digitalizado com CamScanner

Tab 4-2. Conjunto de montagem de pilares

NOMENCLATURA DOS COMPONENTES	PESO UNITÁRIO		QUANTIDADE POR EQUIPAMENTO	PESO TOTAL	
	Libras	Quilogramas		Libras	Quilogramas
— Berço do elo de junção	217	98,40	6	1.302	590,60
— Braçadeira de painel	11	5	32	352	159,70
— Braçadeira de travessa	7	3,20	32	224	101,60
Chapa de ligação	3,5	1,60	16	56	25,40
— Contrapino	0,13	0,06	200	26	11,80
— Contravantamento diagonal	68	30,80	12	816	370,10
— Elo de junção	36	16,30	6	216	98,00
— Engate de elevação do nariz de lançamento — MK II	28	12,70	6	168	76,20
— Escora	22	10	16	352	159,70
— Parafuso de contraventamento	1	0,45	36	36	16,30
— Parafuso de painel	7,5	3,40	8	60	27,20
— Pino de contraventamento diagonal (sobressalente)	1,1	0,50	2	2	1,00
— Pino de painel	6,1	2,80	120	732	332,00
— Poste de junção de vãos (fêmea)	202	91,60	6	1.212	549,80
— Poste de junção de vãos (macho)	194	88	6	1.164	528,00
— Pranchão de junção	149	67,60	4	596	270,30
— Quadro de contraventamento	44	20	4	176	79,80
— Sacola de peças	2	0,90	30	60	27,20
— Sapata de pilar	37	16,80	24	888	402,80
— Soleira de pilar	251	113,80	12	3.012	1.366,20
Peso total do material do conjunto de montagem de pilares				11.450	5.193,70

Digitalizado com CamScanner

Tab 4-3. Carga-tipo nº 1 – Material de fundação e lançamento (uma carga por pelotão de ponte e duas por companhia); viatura de 5 t (Fig 4-1).

QUANTIDADE	NOMENCLATURA DOS COMPONENTES	PESO UNITÁRIO		PESO TOTAL	
		Libras	Quilogramas	Libras	Quilogramas
4	– Alavanca de painel	48	21,80	192	87,10
8	– Berço	68	30,80	544	246,80
4	– Cadernal duplop/amarra de 3/4" de circunferência	8	3,60	32	14,50
2	– Cadernal triplo p/amarra de 1" de circunferência	20	9,10	40	18,20
2	– Caixa de madeira	60	27,20	120	54,40
21	– Chapa de ligação	3,5	1,60	74	33,30
10	– Chave de uma boca de 1 1/4"	4,4	2	44	20,00
20	– Chave de uma boca de 3/4"	3,3	1,50	66	30,00
10	– Chave de catraca de 1 1/4"	15,45	7	154,50	70,00
14	– Chave de manivela de 3/4"	1,65	0,75	23	10,40
2	– Extrator de pinos	18	8,20	36	16,40
24	– Madeira de fundação, peça de 3"x6"x4'6" (0,076x0,15x1,40 m)	18	8,20	432	196,00
72	– Madeira de fundação, peça de 6"x6"x4'6" (0,15x0,15x1,40 m)	52	23,60	3.744	1.698,20
2	– Macaco de catraca para 15 ton	128	58	256	116,00
2	– Macaco de mesa	82	37,20	164	74,40
4	– Marreta de 8 libras	8	3,60	32	14,50
5	– Martelo acolchoado	4	1,80	20	9,00
2	– Patesca de lado aberto para amarra de 3/4" de circunferência	6,3	2,90	13	5,80
19	– Pino de painel, curto	5,8	2,60	110	50,00
6	– Piquete de aço	12	5,45	72	32,60
10	– Piquete de aço	1	0,45	10	4,50
4	– Placa-base	381	172,80	1.524	691,20
–	– Prego de aço, de 3/8"	–	–	100	45,30
4	– Rolete de lançamento	206	93,40	824	373,80
4	– Rolete de montagem	116	52,60	464	210,50
2	– Rolete de travessa	12	5,40	24	10,90
6	– Sapata do rolete de lançamento	22	35,40	132	59,80
4	– Sapata do rolete de montagem	78	10,00	312	141,50
4	– Sapata do macaco	36	16,30	144	65,30
8	– Tenaz	13	5,90	104	47,20
Peso total da carga-tipo nº 1				8.906	4.039,30

Digitalizado com CamScanner

Tab 4-4. Carga-tipo nº 2 — Nariz de lançamento (uma carga por pelotão de ponte e duas por companhia); viatura de 5 t (Fig 4-2)

QUANTIDADE	NOMENCLATURA DOS COMPONENTES	PESO UNITÁRIO		PESO TOTAL	
		Libras	Quilogramas	Libras	Quilogramas
3	— Barra de transporte	8	3,60	24	10,90
40	— Braçadeira de travessa	7	3,20	280	127,00
20	— Chave de uma boca de 3/4"	3,3	1,50	66	30,00
10	— Chave de catraca, de 1/14"	15,45	7	154,50	70,00
13	— Chave de manivela, de 3/4"	1,65	0,75	21,50	9,80
65	— Contrapino	0,13	0,06	8,5	3,90
8	— Contraventamento diagonal	68	30,80	544	246,80
12	— Engate de elevação do nariz de lançamento — MK II	28	12,70	336	152,40
10	— Escora	22	10	220	99,80
2	— Martelo acolchoado	4	1,80	8	3,60
9	— Painel	577	261,70	5.133	2.355,50
2	— Piquete de aço	12	5,45	24	10,90
30	— Pino de painel	6,1	2,80	183	83,00
80	— Parafuso de contraventamento	1	0,45	80	36,30
26	— Parafuso de painel	7,5	3,40	195	88,50
3	— Sacola para peças	2	0,90	6	2,70
Peso total da carga-tipo nº 2				7.388	3.351,10

NOTA — Cada viatura de nariz de lançamento reboca uma carga de travessas.

Tab 4-5. Carga-tipo nº 3 — Painel (seis cargas por pelotão e doze por companhia) (Fig 4-3)

QUANTIDADE	NOMENCLATURA DOS COMPONENTES	PESO UNITÁRIO		PESO TOTAL	
		Libras	Quilogramas	Libras	Quilogramas
3	— Barra de transporte	8	3,60	24	10,90
40	— Braçadeira da travessa	7	3,20	280	127,00
65	— Contra-pino	0,12	0,25	7,8	3,50
4	— Contraventamento diagonal	68	30,80	272	123,40
4	— Escora	22	10	88	40,00
2	— Martelo acolchoado	4	1,80	8	3,60
9	— Painel	577	261,70	5.193	2.355,50
80	— Parafuso de contraventamento	1	0,45	80	36,30
26	— Parafuso de painel	7,5	3,40	195	88,50
30	— Parafuso de rodapé	4,5	2	135	61,20
26	— Pino de painel	6,1	2,80	159	72,00
2	— Piquete de aço	12	5,45	24	10,90
4	— Quadro de contraventamento	44	20	176	79,80
3	— Sacola para peças	2	0,90	6	2,70
4	— Vigota de rodapé	162	73,50	648	294,00
Peso total da carga-tipo nº 3				7.296	3.309,30

OBSERVAÇÕES — 1) Uma carga-tipo nº 3 contém painéis suficientes para duas seções de ponte DS.
2) As vigotas de rodapé são transportadas em quatro viaturas, dos pelotões.
3) Uma das viaturas da companhia não transporta barra de transporte.
4) Cada três viaturas de painel reboca uma carga de travessas.

Digitalizado com CamScanner

Tab 4-6. Carga tipo nº 4 — Travessa (quatro cargas por pelotão de ponte e oito por companhia); reboque utilitário de 2,5 t (Fig 4-4)

QUANTIDADE	NOMENCLATURA DOS COMPONENTES	PESO			
		UNITÁRIO		TOTAL	
		Libras	Quilogramas	Libras	Quilogramas
7	— Travessa	618	280,30	4.326	1.962,20
Peso total da carga-tipo nº 4				4.326	1.962,20

Tab 4-7. Carga-tipo nº 5 — Tabuleiro (duas cargas por pelotão de ponte e quatro por companhia) — viatura de 5 t (Fig 4-5)

QUANTIDADE	NOMENCLATURA DOS COMPONENTES	PESO			
		UNITÁRIO		TOTAL	
		Libras	Quilogramas	Libras	Quilogramas
8	— Estrado de vigas, de tabuleiro, com botões	267	121,10	2.136	968,80
16	— Estrado de vigas, de tabuleiro, simples	260	117,90	4.160	1.887,00
2	— Quadro de contraventamento	44	20	88	40,00
52	— Pranchão	65	29,50	3.380	1.533,20
Peso total da carga-tipo nº 5				9.764	4.429,00

Tab 4-8. Carga-tipo nº 6 — Rampa (duas viaturas por pelotão de ponte e duas por companhia); viatura de 5 t (Fig 4-6)

QUANTIDADE	NOMENCLATURA DOS COMPONENTES	PESO			
		UNITÁRIO		TOTAL	
		Libras	Quilogramas	Libras	Quilogramas
4	— Cunha de madeira	12	5,45	48	21,80
4	— Estrado de vigas, de rampa, com botões	348	157,80	1.392	631,40
8	— Estrado de vigas, de rampas, simples	338	153,30	2.704	1.226,50
2	— Macaco de catraca para 15 ton	128	58	256	116,00
20	— Parafuso de rodapé	4,5	2	90	40,80
4	— Pedestal de rampa	93	42,20	372	168,80
4	— Poste terminal, fêmea	130	59	520	235,90
4	— Poste terminal, macho	121	54,90	484	219,50
32	— Pranchão	68	30,80	2.176	987,00
2	— Quadro de contraventamento	44	20	88	40,00
2	— Sacola de peças	2	0,90	4	1,80
4	— Vigota de rodapé	162	73,50	648	294,00
Peso total da carga-tipo nº 6				8.782	3.983,50

OBSERVAÇÃO — Uma viatura não transporta macacos.

Digitalizado com CamScanner

Tab 4-9. Carga-tipo nº 7 — Passadeira (uma viatura por pelotão de ponte e duas por companhia); reboque utilitário de 2,5 t (Fig 4-7)

QUANTIDADE	NOMENCLATURA DOS COMPONENTES	PESO UNITÁRIO		PESO TOTAL	
		Libras	Quilogramas	Libras	Quilogramas
2	— Cabo de corrimão	20	9	40	18,20
16	— Estrado de passadeira	104	47,20	1.664	754,80
40	— Poste de corrimão	10	4,50	400	181,50
40	— Suporte de passadeira	23	10,40	920	417,30
Peso total da carga-tipo nº 7				3.024	1.371,80

Tab 4-10. Carga-tipo nº 8 — Sobressalentes (uma carga por companhia); viatura de 5 t (Fig 4-8)

QUANTIDADE	NOMENCLATURA DOS COMPONENTES	PESO UNITÁRIO		PESO TOTAL	
		Libras	Quilogramas	Libras	Quilogramas
4	— Alavanca de painel	48	21,80	192	87,10
4	— Algema "D" para 0,5 ton	5	2,30	20	9,00
88	— Amarra de fibra de 5/8" de circunferência — (rolo de 25' ou 7,62 m)	3,3	1,50	290	131,70
2	— Amarra de fibra de 3/4" de circunferência — (rolo de 600' ou 182,9 m)	102	46,30	204	92,50
2	— Amarra de fibra de 1" de circunferência — (rolo de 600' ou 182,9 m)	156	70,80	312	141,50
1	— Barra de transporte	8	3,60	8	3,60
40	— Braçadeira de travessa	7	3,20	280	127,00
20	— Chave de boca, de 3/4"	3,3	1,50	66	30,00
10	— Chave de uma boca, de 1 1/4"	4,4	2	44	20,00
10	— Chave de catraca, de 1 1/4"	15,45	7	154,50	70,00
13	— Chave de manivela, de 3/4"	1,65	0,75	21,50	9,80
90	— Contrapino	0,13	0,06	12	5,30
8	— Macaco de mesa	82	37,20	656	297,50
4	— Marreta de 8 libras	8	3,60	32	14,50
7	— Martelo acolchoado	4	1,80	28	12,70
80	— Parafuso de contraventamento	1	0,45	80	36,30
36	— Parafuso de painel	7,5	3,40	270	122,50
24	— Parafuso de poste terminal	0,75	0,34	18	8,20
12	— Peça de ancoragem com 9 piquetes cada	160	72,60	1.920	870,90
50	— Pino de contraventamento diagonal (sobressalente)	1,1	0,50	55	25,00
28	— Pino de painel	6,1	2,80	171	77,50
100	— Prego de aço	—	—	100	45,30
4	— Rolete de lançamento	206	93,40	824	373,80
4	— Rolete de montagem	116	52,60	464	210,50
4	— Tenaz	13	5,90	52	23,60
Peso total da carga-tipo nº 8				6.274	2.846,00

Digitalizado com CamScanner

Tab 4-11. Carga-tipo nº 9 — Contraventamento superior; viatura de 5 t (Fig 4-9)

QUANTIDADE	NOMENCLATURA DOS COMPONENTES	PESO			
		UNITÁRIO		TOTAL	
		Libras	Quilogramas	Libras	Quilogramas
16	– Contraventamento diagonal (1)	68	30,80	1.088	493,50
60	– Parafuso de contraventamento	1	0,45	60	27,20
155	– Parafuso de painel	7,5	3,40	1.080	498,90
10	– Quadro de contraventamento	44	20	440	199,60
13	– Sacola para peças	2	0,90	26	11,80
20	– Suporte do contraventamento superior (2)	150	68	3.000	1.360,80
Peso total da carga-tipo nº 9				5.694	2.582,80

OBSERVAÇÕES – 1) Uma ponte tripla exige o dobro.
2) Os suportes do contraventamento superior não estão incluídos na equipagem. São suprimentos classe IV. Quando não usados os suportes, as pontes são contraventadas por travessas pendentes nos painéis do terceiro andar, que são invertidos. Neste caso, eliminam-se os suportes e adicionam-se treze contraventamentos diagonais a cada carga de travessas. O peso total da carga-tipo nº 4 fica sendo 6.220 libras (2.821,40 kg).

Tab 4-12. Carga-tipo nº 10 — Conjunto de montagem de pilar; viatura de 5 t

QUANTIDADE	NOMENCLATURA DOS COMPONENTES	PESO			
		UNITÁRIO		TOTAL	
		Libras	Quilogramas	Libras	Quilogramas
3	– Berço do elo de junção	217	98,40	651	295,30
16	– Braçadeira de painel	11	5	176	79,80
16	– Braçadeira da travessa	7	3,20	112	50,80
8	– Chapa de ligação	3,5	1,60	28	12,70
100	– Contrapino	0,1	0,05	10	4,50
6	– Contraventamento diagonal	68	30,80	408	185,00
3	– Elo de junção	36	16,30	108	49,00
3	– Engate de elevação do nariz de lançamento – MK II	28	12,70	84	38,10
8	– Escora	22	10	176	79,80
18	– Parafuso de contraventamento	1	0,45	18	8,20
4	– Parafuso de painel	7,5	3,40	30	13,60
1	– Pino de contraventamento diagonal, sobressalente	1	0,45	1	0,45
60	– Pino de painel	6	2,70	360	163,20
3	– Poste de junção de vãos (fêmea)	202	91,60	606	274,90
3	– Poste de junção de vãos (macho)	194	88,00	582	264,00
2	– Pranchão de junção	149	67,60	298	135,20
2	– Quadro de contraventamento	44	20	88	40,00
12	– Sapata de pilar	37	16,80	444	201,40
15	– Sacola para peças	2	0,90	30	13,60
6	– Viga de apoio	251	113,80	1.506	683,10
Peso total da carga-tipo nº 10				5.716	2.592,70

OBSERVAÇÃO – Duas viaturas transportam um conjunto de montagem de pilares que, combinado com as peças da equipagem, possibilita a construção de um pilar.

Digitalizado com CamScanner

Tab 4-13. Capacidade das cargas-tipo

CARGA-TIPO	DENOMINAÇÃO	FINALIDADES E POSSIBILIDADES
1	Material de fundação e lançamento	Fornece material para a fundação, organização do canteiro e lançamento.
2	Nariz de lançamento	Fornece material para o nariz de lançamento de uma ponte de 80 pés (menos um painel)
3	Painel	Fornece painéis para duas seções de ponte DS.
4	Travessa	Cada carga-tipo nº 4 tem travessas suficientes para três seções de ponte DS.
5	Tabuleiro	Contém estrados de vigas e pranchões para 4 seções de ponte.
6	Rampa	Contém material para duas rampas de 20 pés.
7	Passadeira	Contém uma passadeira para cada lado de uma ponte de 80 pés.
8	Sobressalentes	Uma carga contém sobressalentes para as pontes de 30 e 70 pés.
9	Contraventamento superior	Duas cargas por ponte tripla.
10	Conjunto de montagem	Ver Tabela 4-12

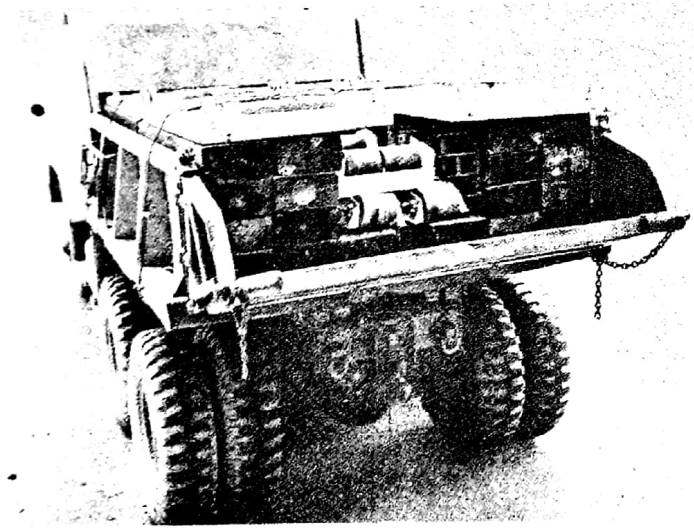


Fig 4-1. Carga-Tipo nº 1 — Material de fundação e lançamento

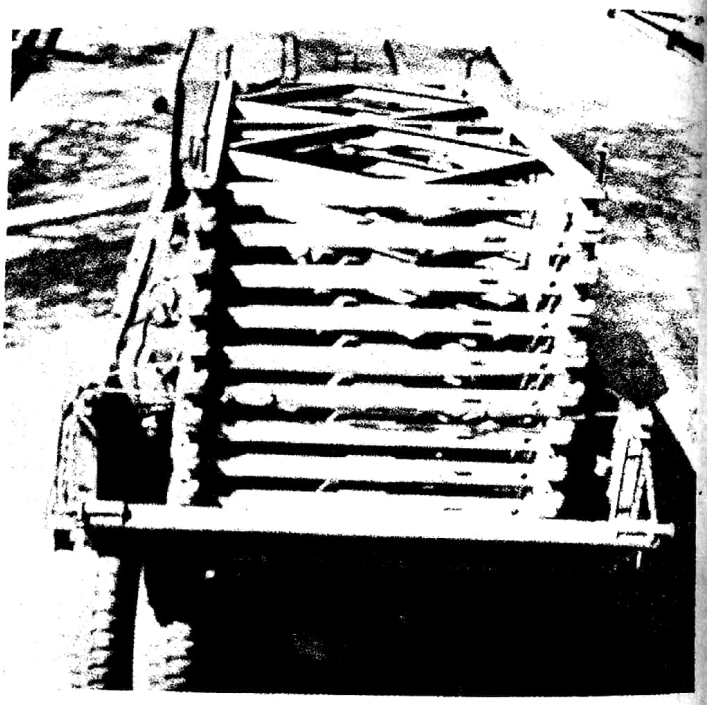


Fig 4-2. Carga-Tipo nº 2 — Nariz de lançamento

Digitalizado com CamScanner

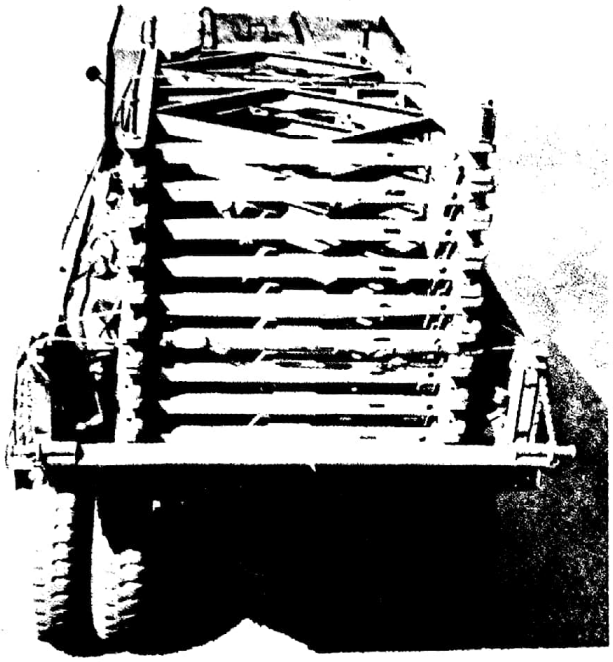


Fig 4-3. Carga-Tipo nº 3 – Painel

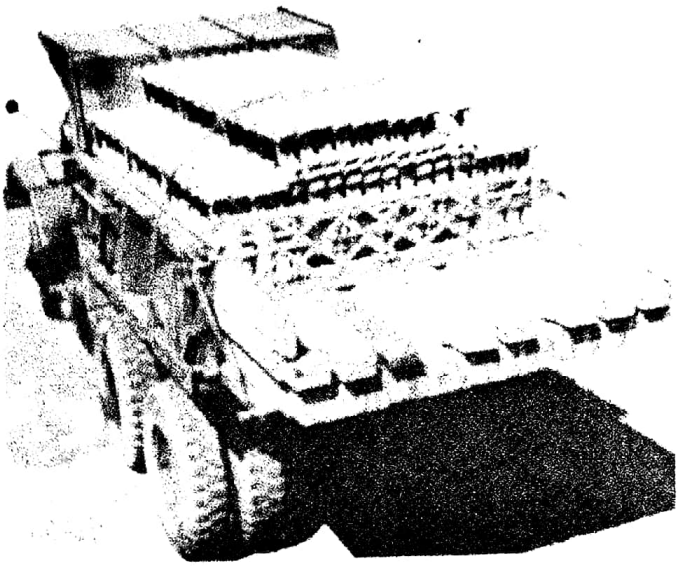


Fig 4-5. Carga-Tipo nº 5 – Tabuleiro

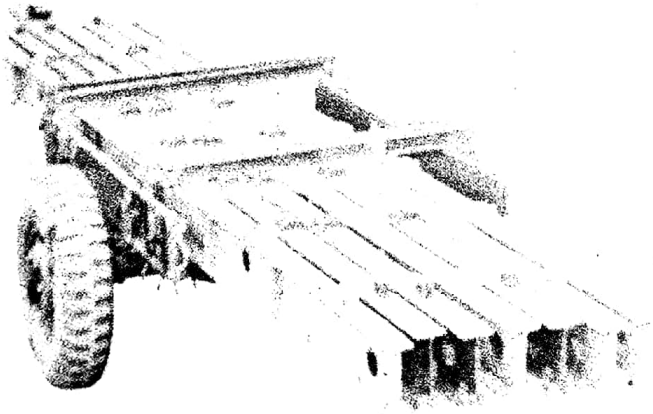


Fig 4-4. Carga-Tipo nº 4 – Travessas

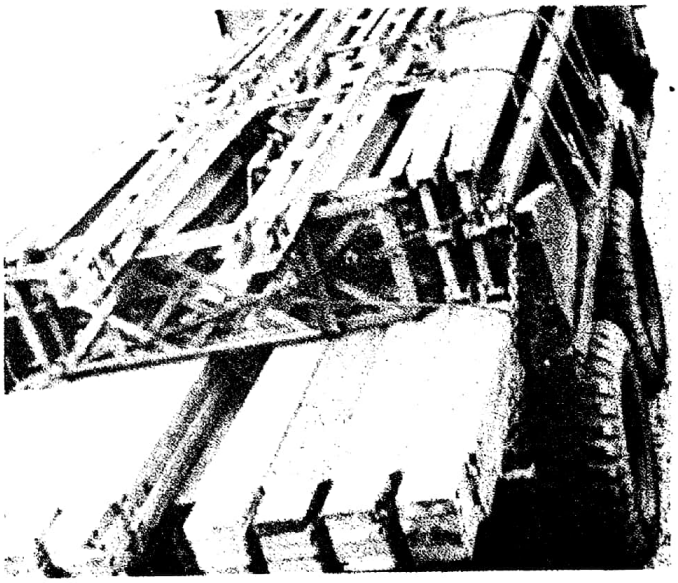


Fig 4-6. Carga-Tipo nº 6 – Rampa

Digitalizado com CamScanner

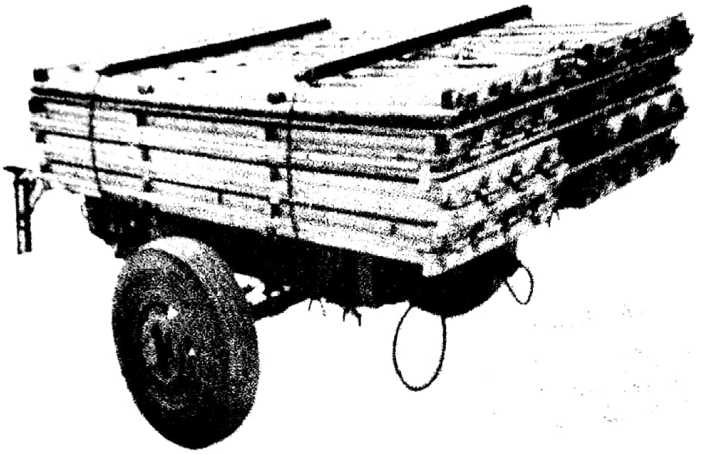


Fig 4-7. Carga-Tipo nº 7 – Passadeira

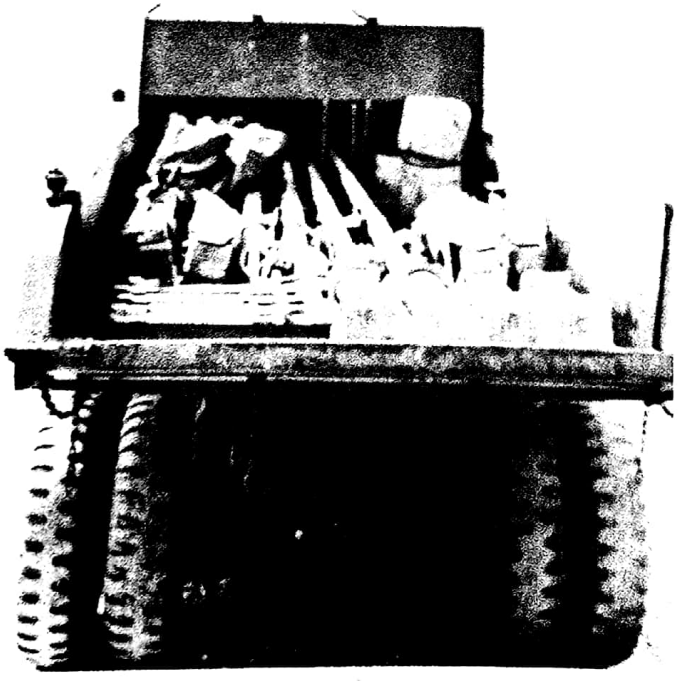


Fig 4-8. Carga-Tipo nº 8 – Sobressalentes

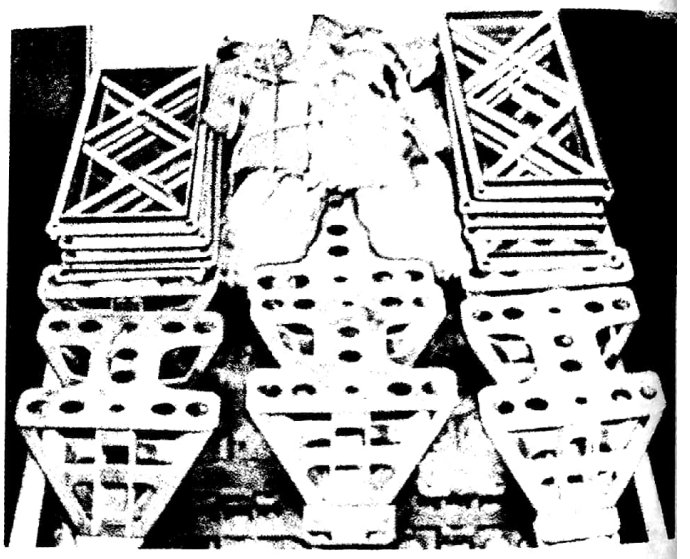


Fig 4-9. Carga-Tipo nº 9 – Contraventamento superior

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 5

LOCAIS DE LANÇAMENTO

5-1. CONDICIONANTES

Todos os prováveis locais de lançamento da ponte devem ser reconhecidos para que seja selecionado o que requeira menor quantidade de pessoal e equipamento, e que seja mais econômico quanto ao tempo de preparação do canteiro e montagem da ponte.

a. O reconhecimento concorre para a determinação do tipo de ponte e do processo de montagem adequado; auxilia, também, a execução dos planos de construção.

b. O oficial encarregado do reconhecimento deve receber as informações abaixo, antes de executá-lo.

(1) Região em que a ponte é necessária — a localização geral da ponte é determinada pelas exigências táticas da situação.

(2) Capacidade da ponte — é determinada pelos tipos de viaturas que devem atravessá-la.

(3) Tempo de utilização e possibilidade de reforço — uma ponte leve pode ser, temporariamente, suficiente para travessias de emergência; posteriormente poderá ser reforçada para uso mais prolongado e para suportar viaturas mais pesadas.

(4) Tempo disponível para o lançamento da ponte — é determinado pelas imposições de ordem tática. Como os meios em pessoal e material são freqüentemente escassos, devem ser calculados com a máxima limitação, sempre que a situação permitir.

5-2. ESTUDOS PRELIMINARES

a. A avaliação completa dos estudos preliminares pode auxiliar o reconhecimento, limitando-o aos locais mais adequados.

b. As fontes de informações iniciais são:

(1) Relatórios das seções de informações.

(2) Informes das populações locais.

(3) Observações minuciosas em pontes ou outros pontos favoráveis ao longo do rio.

(4) Mapas e fotografias aéreas.

(5) Reconhecimento aéreo pessoal.

5-3. RECONHECIMENTO

a. Processos — se a ação inimiga não impossibilitar, procede-se a um reconhecimento no terreno. De outra forma, efetua-se um reconhecimento aéreo. As fotografias são tomadas de baixa altitude, por forma a permitir a estimativa do vão e uma avaliação acurada das condições das margens.

b. Requisitos para a seleção de um local de ponte — a ponte de painéis requer que o local de lançamento possua as seguintes características:

(1) Vias de acesso pelas quais a equipagem possa ser deslocada.

(2) Margens firmes, estáveis, de alturas aproximadamente iguais, que requeiram pouca preparação.

(3) Estradas de acesso nas cabeceiras da ponte, capazes de ligá-la com a rede rodoviária principal, e que não exijam muita manutenção.

(4) Área desimpedida, suficientemente ampla, para o lançamento da ponte e suficientemente larga para permitir a descarga e adequada disposição do canteiro de trabalho. As estradas principais de suprimento (EPS), freqüentemente, oferecem estas condições.

(5) Área adequada à manobra de viaturas e de reboques com lanças, situada tão próxima quanto possível do canteiro de trabalho, e outra adequada para estacionamento, devidamente coberta e camuflada.

(6) Terreno que ofereça proteção natural para os destacamentos de segurança.

c. Relatório — o relatório de reconhecimento deve

Digitalizado com CamScanner

conter a descrição de todos os locais disponíveis, recomendando o que for escolhido. Deve incluir:

(1) Localização.

(2) Tipo de construção e capacidade da ponte.

(3) Largura do vão.

(4) Inclinação das margens.

(5) Condições das margens e capacidade dos encontros (tipo de solo, se for o caso).

(6) Nível da enchente máxima.

(7) Proposta para localização dos roletes de lançamento, dos roletes de montagem e da placa-base.

(8) Avaliação dos trabalhos de preparação do local.

(9) Processos de transporte de homens e equipamentos para a segunda margem.

(10) Croqui mostrando um esboço do eixo central da ponte, estendendo-se por 30,40 m (100') na primeira margem e por 15,20 m (50') na segunda margem, a partir das bordas do vão.

(11) Croqui mostrando a disposição do material no canteiro de trabalho e áreas de manobra e de dispersão para as viaturas, antes e depois da descarga.

(12) Localização e organização da área de reunião para a equipagem da ponte, antes de se deslocar para o local de lançamento, incluindo as regiões de dispersão das viaturas.

(13) Roteiro das viaturas, do ponto de concentração até o local da ponte.

(14) Plano para localização dos destacamentos de segurança (apenas para pontes táticas).

5-4. PLANEJAMENTO

Um plano bem organizado é importante para assegurar rapidez e emprego econômico da equipagem e do pessoal na construção da ponte. Alguns dos fatores a serem considerados no planejamento são abaixo enunciados.

a. Escolha do local da ponte — a cautelosa escolha de um dos locais constantes do relatório de reconhecimento tem grande importância. Deve ser considerado o tempo de trabalho necessário nas vias de acesso e encontros da ponte e pilares, pois este é, percentualmente, o mais elevado de todo o tempo consumido na montagem da ponte.

b. Cálculo do material necessário — escolhido um local de construção através do Relatório de Reconhecimento, o tipo da ponte, o vão a ser coberto e o método de construção, é necessário, antes de qualquer outra providência, calcular a quantidade de material que será empregado na construção da ponte. A Tabela 5-1 fornece as quantidades de material necessário, por seção, para a construção de vários tipos de pontes.

c. Vão e fundações — de acordo com o vão necessário, a localização dos roletes de lançamento deve ser realizada como está descrito no Capítulo 8. Uma vez que os berços da ponte devem estar a pelo menos 76 cm (2'-6") atrás dos roletes de lançamento, o vão da ponte será, no mínimo, 1,52 m (5') maior do que a distância entre os roletes de lançamento de ambas as margens. Deve ser feita uma estimativa da capacidade de suporte dos encontros e fundações escolhidos para receberem as cargas das placas-base e dos roletes de lançamento. Ao projetar as fundações sob as placas-base, deve-se considerar a possibilidade de ser a ponte reforçada posteriormente para suportar cargas mais pesadas.

d. Seqüência da montagem — a construção compreende os seguintes procedimentos:

(1) Preparação inicial do local da ponte (limpeza de campos de minas, remoção de obstáculos, nivelamento do canteiro de trabalho e abertura de áreas para manobra das viaturas).

(2) Preparação dos encontros da ponte (escavação e nivelamento da superfície dos encontros).

(3) Colocação dos roletes e nivelamento (inclusive das fundações).

(4) Transporte e descarga da equipagem.

(5) Montagem da ponte.

(6) Abaixamento da ponte (através de macacos) e montagem das rampas.

(7) Conclusão da ponte (colocação do piso de uso, construção de protetores para os painéis, colocação dos postes de proteção e sinalizadores luminosos, quando necessários, e balizamento das vias de acesso).

e. Pessoal e equipamento — o número de homens necessários à montagem da ponte é calculado a partir da organização das turmas de trabalho, que recebem missões específicas. A organização para construção das pontes normais será apreciada no Capítulo 6. Os processos especiais de lançamento carecem de pessoal suplementar e equipamentos tais como os tratores e guindastes.

f. Tempo de montagem — o cálculo do tempo deve ser cuidadosamente elaborado, incluindo o consumido na execução do procedimento da seqüência de montagem, considerando-se o equipamento e o pessoal disponíveis. O tempo necessário para a montagem de uma ponte normal é apresentado no Capítulo 6.

g. Transporte do equipamento — o planejamento adequado do deslocamento das viaturas concorre para que o fornecimento de peças seja harmônico, possibilitando a montagem da ponte sem maiores contratempos.

(1) Pretendendo-se dispor a equipagem no canteiro de trabalho, o comboio é regulado para chegar após o preparo do local; portanto, deve-se considerar o tempo necessário para as viaturas se deslocarem da zona de reunião de material até o local da ponte.

(2) Se a zona de reunião de material for muito afastada, as viaturas carregadas podem ser reunidas em local mais próximo, e daí encaminhadas ao local da ponte.

Digitalizado com CamScanner

Tab 5-1. Material necessário, por seção, para construção de vários tipos de ponte

NOMENCLATURA DAS PEÇAS	SEÇÃO FINAL (Nº 1)					SEÇÃO INTERIOR					SEÇÃO DE RAMPA					SEÇÃO FINAL (Nº 2)					NARIZ				
	SS	DS	TS	DD	TD	SS	DS	TS	DD	TD	SS	DS	TS	DD	TD	SS	DS	TS	DD	TD	SS	DS	TS	DD	TD
– Berço da ponte	2	4	4	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	4	4	4	4	–	–	–	–	–
– Braçadeira < 70 ton	4	8	12	8	12	4	8	12	8	12	–	–	–	–	–	4	8	12	8	12	2	4	–	–	–
– Braçadeira > 70 ton	6	12	18	12	18	6	12	18	12	18	–	–	–	–	–	6	12	18	12	18	2	4	–	–	–
– Chapas de ligação	–	–	2	–	4	–	–	2	–	4	–	–	–	–	–	–	–	4	–	4	–	–	–	–	–
– Contraventamento diagonal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	–	–	–	–	–	2	2	2	2	2	2	2	–	–	–
– Escora	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	–	–	–	–	–	4	4	4	4	4	2	2	–	–	–
– Estrado de passadeira	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	–	–	–	–	–	2	2	2	2	2	–	–	–	–	–
– Estrado de vigas, de rampa, com botões	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	4	4	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Estrado de vigas, de rampa, simples	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	8	8	8	8	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Estrado de vigas, de tabuleiro, com botões	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	–	–	–	–	–	2	2	2	2	2	–	–	–	–	–
– Estrado de vigas, de tabuleiro, simples	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	–	–	–	–	–	4	4	4	4	4	–	–	–	–	–
– Painel	2	4	6	8	12	2	4	6	8	12	–	–	–	–	–	2	4	6	8	12	2	4	–	–	–
– Parafuso de contraventamento	4	12	16	20	28	4	12	16	20	28	–	–	–	–	–	8	16	24	32	40	4	12	–	–	–
– Parafuso de painel	–	–	–	8	12	–	–	–	8	12	–	–	–	–	–	–	–	–	8	12	–	–	–	–	–
– Parafuso de rodapé	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	16	16	16	16	16	8	8	8	8	8	–	–	–	–	–
– Pedestal de rampa	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	4	4	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Pino de painel c/contrapino	4	8	12	12	18	4	8	12	16	24	–	–	–	–	–	8	16	24	28	42	4	8	–	–	–
– Poste de corrimão da passadeira	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	–	–	–	–	–	6	6	6	6	6	–	–	–	–	–
– Poste terminal, fêmea	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	4	6	4	6	–	–	–	–	–
– Poste terminal, macho	2	4	6	4	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Pranchão	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	26	26	26	26	26	13	13	13	13	13	–	–	–	–	–
– Quadro de contraventamento *	–	2	2	4	4	–	2	2	4	4	–	–	–	–	–	–	2	2	6	6	–	2	–	–	–
– Suporte de passadeira	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	–	–	–	–	–	6	6	6	6	6	–	–	–	–	–
– Travessa < 70 ton	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	1	1	–	–	–
– Travessa > 70 ton	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	1	1	–	–	–
– Vigota de rodapé	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	–	–	–	–	–

OBSERVAÇÕES – 1) Admitindo ser a seção nº 1 destituída de travessa sobre o poste terminal.
2) Admitindo ser a rampa composta de duas seções.
3) Para cargas acima de 70 ton, devem ser adicionadas duas travessas às seções terminais e interiores, aumentando, proporcionalmente, o número de braçadeiras. O acréscimo já consta da tabela acima.

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 6

DESTACAMENTOS DE TRABALHO E TEMPO GASTO NAS OPERAÇÕES

ARTIGO I

ORGANIZAÇÃO DOS DESTACAMENTOS DE TRABALHO

6-1. SUPERVISÃO

Todas as operações de construção são supervisionadas por um oficial, assessorado por um sargento. Na construção de pontes maiores que 30,50 m (100'), ou de treliças de andares duplos ou triplos, torna-se necessário o concurso de outro oficial, como adjunto do comandante da ponte.

6-2. TURMAS DE TRABALHO

a. Se houver necessidade de descarregar a equipagem das viaturas, o destacamento é dividido em duas turmas – de construção e de descarga – ficando a última sob a chefia de um sargento, que também encaminha as viaturas vazias para o local de estacionamento.

b. A organização das turmas de construção, dada na Tabela 6-1, não prevê pessoal necessário para empurrar a ponte.

(1) Quando a ponte estiver em condições de ser empurrada para a frente, cessam todos os demais trabalhos, e a totalidade do destacamento é empregada para esse fim.

(2) Se a ponte for demasiadamente pesada para ser empurrada, pode ser usado um trator ou uma viatura, com a mesma finalidade.

c. Normalmente, as turmas de construção podem iniciar o trabalho logo que o local esteja preparado, sem esperar pelo término da descarga.

d. Pode ser empregado pessoal adicional no controle do tráfego e em patrulhas de segurança, se tais missões tiverem que ser desempenhadas simultaneamente com a construção da ponte.

e. A turma de descarga consistirá de três a oito grupamentos, cada qual com oito homens, dependendo do tipo e do comprimento da ponte (Tab 6-2). Quando a descarga se realiza com grande dispersão de viaturas e em local de estocagem restrito, poderão ser usados apenas três grupamentos de descarga a cada tempo. Por causa da natureza do carregamento, pelo menos dois grupamentos de descarga devem estar à mão, a fim de poupar as turmas de construção para a montagem efetiva e com isto economizar tempo.

ARTIGO II

DEVERES DAS TURMAS E TEMPO DE CONSTRUÇÃO

6-3. RELAÇÃO DAS TAREFAS

Os trabalhos que devem ser realizados pelas diversas turmas de construção são os seguintes:

a. Turma de Painéis

(1) Transporta (Fig 6-1), coloca e une os painéis, por meio de pinos, no nariz de lançamento e na ponte (auxiliada pela Turma de Tabuleiro).

Digitalizado com CamScanner

(2) Logo que os painéis estiverem colocados, a turma se divide em duas equipes; uma atravessa para a segunda margem e começa a desmontar o nariz de lançamento; a outra transporta para a segunda margem as peças necessárias para o acabamento do encontro da ponte e para a instalação da rampa.

(3) Reúne-se, novamente, em uma turma e termina a desmontagem do nariz de lançamento.

(4) Instala os postes terminais, na segunda margem.

(5) Baixa, por meio de macacos, a extremidade da ponte da segunda margem.

(6) Instala a rampa da segunda margem e coloca seus pranchões e rodapés.

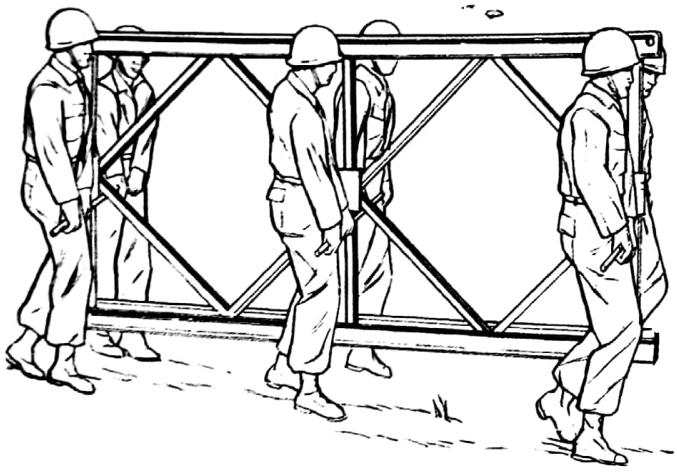


Fig 6-1. Turma de Painel, em ação

b. Turma de Travessas

(1) Transporta, coloca (Fig 6-2) e prende as travessas com as braçadeiras (Fig 6-3).

(2) Remove os roletes de montagem da primeira margem.

(3) Instala os postes terminais na primeira margem.

(4) Auxilia a Turma de Tabuleiro a baixar, com macacos, a extremidade da ponte da primeira margem.

(5) Instala a rampa da primeira margem e auxilia a turma do tabuleiro na colocação da pranchões e rodapés sobre a mesma.

c. Turma de Contraventamentos – transporta, instala e ajusta as peças abaixo relacionadas.

(1) Contraventamentos diagonais (Fig 6-4).

(2) Escoras (Fig 6-5).

(3) Quadros de contraventamento (Fig 6-6), apenas em pontes de treliças duplas e triplas.

(4) Parafusos de painel (Fig 6-7), apenas em pontes de duplo e triplo andares.

(5) Chapas de ligação, apenas em pontes de treliças triplas.

(6) Suporte do contraventamento superior, apenas em pontes de andar triplo.

Fig 6-2. Turma de Travessas, em ação

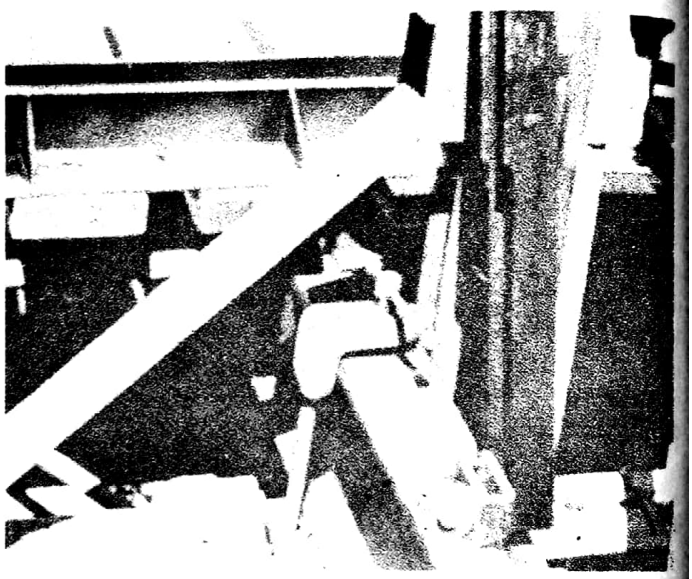


Fig 6-3. Detalhe da braçadeira de travessa

d. Turma de Tabuleiro

(1) Instala os roletes de lançamento e de montagem, na primeira margem.

(2) Auxilia a turma dos painéis a iniciar a montagem do nariz de lançamento.

(3) Transporta e instala os roletes de lançamento, na segunda margem.

(4) Coloca os estrados de vigas de tabuleiro, pranchões e rodapés na ponte (Fig 6-8).

(5) Baixa, com macacos, a extremidade da ponte sobre a primeira margem (auxiliada pela Turma de Travessas).

(6) Coloca pranchões e rodapés na rampa da primeira margem (auxiliada pela Turma de Travessas).

e. Turma de Descarga – descarrega as viaturas que vão chegando e coloca as peças no canteiro de trabalho.

Digitalizado com CamScanner

Fig 6-4. Ajustamento do contraventamento diagonal

Fig 6-5. Ajustamento da escora

Fig 6-6. Ajustamento do quadro de contraventamento

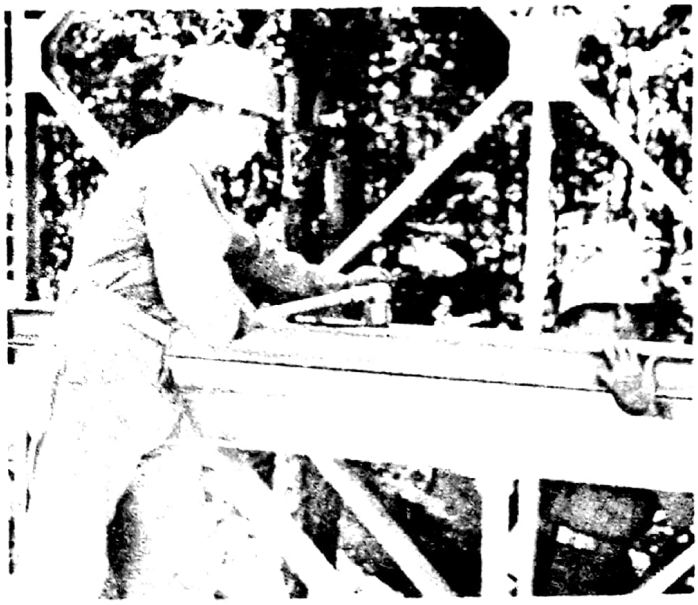


Fig 6-7. Ajustamento do parafuso de painel

6-4. TEMPO NECESSÁRIO PARA AS VÁRIAS OPERAÇÕES

a. Sob a luz do dia

A Tabela 6-3 apresenta uma estimativa do tempo necessário para a montagem e o lançamento, sob a luz do dia, de vários tipos de pontes, com diferentes comprimentos, quando construídos a braço ou utilizando um guindaste.

(1) O tempo computado não inclui a preparação do terreno e o assentamento dos roletes, assim como a construção das passadeiras de pedestres. Presume um local favorável, pessoal treinado e material disposto no canteiro de trabalho.

(2) O emprego de tropas com pouca instrução, a ocorrência de mau tempo, a localização em terreno im-

Digitalizado com CamScanner

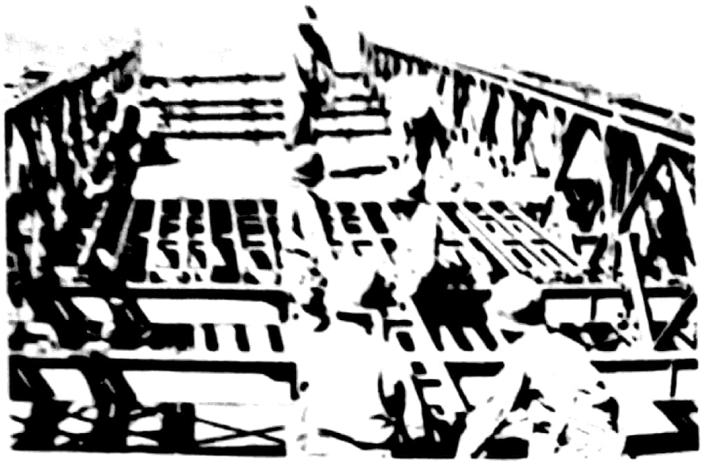


Fig 6-8. Turma de Tabuleiro, em ação – assentamento de estrados de viga, pranchões e rodapés

próprio e a atividade do inimigo aumentarão os tempos tabelados.

(3) Deve-se computar tempo adicional, para a colocação dos pisos de uso, da proteção dos painéis e dos postes de sinalização.

(4) Para a preparação do terreno e locação dos roletes, o planejamento deve prever de meia a quatro horas. Este período de tempo depende, sobretudo, do trabalho necessário para nivelar o local, construir fundações e colocar os roletes nos berços.

(5) Se houver tropa disponível para criação de uma turma de descarga, acrescenta-se meia hora para descarga das viaturas; caso contrário, acrescenta-se de uma a duas horas e meia, dependendo do tipo da ponte.

b. Sob condições de escurecimento – em condições de escurecimento, os tempos à luz do dia aumentam de 50 a 100%, dependendo das condições naturais de luminosidade. A grosso modo, estima-se uma hora por seção de ponte, sob situações de combate, para completar todo o trabalho, até que a ponte possa ser utilizada. Contudo, em campanha, muitos fatores podem modificar esta estimativa; em alguns casos, apenas a preparação do local pode superar todo o tempo tabelado.

Digitalizado com CamScanner

Tab 6-1. Organização das Turmas de Construção

DENOMINAÇÃO DAS TURMAS	Número de graduados e soldados								
	Tipo de ponte								
	SS	DS	TS	DD	TD	DT	TT	DT	TT
	Construção a braço							Com auxílio de guindaste	
TURMA DE GUINDASTE	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	0-3	0-3
Motorista	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	(1)	(1)
Operador	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	(1)	(1)
Auxiliar	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	(1)	(1)
TURMA DE PAINÉIS	1-14	1-14	2-28	2-32	3-50	3-50	3-68	3-30	3-30
Transporte	(12)	(12)	(24)	(28)	(44)	(44)	(60)	(24)	(24)
Pinos	(2)	(2)	(4)	(4)	(6)	(6)	(8)	(6)	(6)
TURMA DE TRAVESSAS (1)	1-9	1-10	1-10	1-10	1-10	2-28	2-28	2-20	2-20
Transporte	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(24)	(24)	(16)	(16)
Braçadeiras	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	(4)	(4)	(4)	(4)
TURMA DE CONTRAVENTAMENTO	1-4	1-6	1-8	1-12	1-20	1-32	1-40	1-32	1-38
Contraventamento diagonal	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(6)	(6)	(6)	(6)
Escora	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Quadro de contraventamento	-------	(2)	(2)	(4)	(4)	(8)	(8)	(10)	(8)
Parafuso de contraventamento	-------	-------	-------	(4)	(8)	(10)	(14)	(10)	(14)
Chapa de ligação	-------	-------	(2)	-------	(4)	-------	(4)	-------	(4)
Contraventamento superior	-------	-------	-------	-------	-------	(6)	(6)	(4)	(4)
TABULEIRO	1-12	1-12	1-12	1-12	1-12	1-12	1-12	1-12	1-12
Estrado de vigas	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)
Pranchão e rodapés	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)
Total	4-39	4-42	5-58	5-66	6-92	7-122	7-148	7-97	7-103

OBSERVAÇÃO – 1) A turma deve ser reforçada de um sargento e oito soldados, quando as travessas forem duplicadas, em pontes destinadas a suportar cargas superiores a 70 ton curtas.

Digitalizado com CamScanner

Tab 6-2. Número de turmas de descarga

Tipo de ponte	Vão		Número de turmas (1)
	Pés	Metros	
SS.	30-60	9,15 a 18,30 m	3
	70-90	21,35 a 27,45 m	4
DS	50-80	15,25 a 24,40 m	4
	90-120	27,45 a 36,60 m	5
TS.	70-120	21,35 a 36,60 m	5
	130-140	39,65 a 42,70 m	6
DD	90-150	27,45 a 45,75 m	6
	160-170	48,80 a 51,85 m	7
TD	110-120	33,55 a 36,60 m	6
	130-180	39,65 a 54,90 m	7
	190-200	57,95 a 61,00 m	8
DT	130-170	39,65 a 51,85 m	7
	180-200	54,79 a 61,00 m	8
TT	150-200	45,75 a 61,00 m	8

OBSERVAÇÃO – 1) Cada turma possui um graduado e oito soldados.

Digitalizado com CamScanner

Tab 6-3. Tempo previsto para a construção diurna

Vão		Tipo de ponte								
		SS	DS	TS	DD	TD	DT	TT	DT	TT
Pés	Metros	Construção a braço							Com auxílio de um guindaste	
40	12,20	1 1/2								
60	18,30	1 3/4	2							
80	24,40	2	2 1/2	3						
100	30,50	2 1/4.	3	3 1/2	4 1/4					
120	36,60		3 1/2	4	5	6 3/4				
140	42,70		3 3/4	4 1/2	5 3/4	7 1/2	11 3/4		10 1/2	
160	48,80			5	6 1/4	8 1/2	13 1/4	19	11 3/4	16 1/4
180	54,90				7	9 1/2	14 3/4	21 1/4	13 1/4	18 1/4
200	61,00						16 1/4	24	14 1/2	20 1/2

OBSERVAÇÕES — 1) A presente estimativa pressupõe local favorável, tropa treinada, material no canteiro de trabalho, omissão das passadeiras de pedestres e ausência de interferência inimiga. Em condições de escurecimento, a previsão aumenta de 50 a 100%. O tempo está estimado em horas.

2) A estimativa não inclui a preparação do terreno nem a locação dos roletes e construção de fundações, que tomam cerca de 4 horas, tempo que pode variar em função das condições do local de trabalho.

3) Para os comprimentos de pontes não existentes na tabela, faz-se a interpolação entre os valores existentes.

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 7

TRABALHOS PRELIMINARES

ARTIGO I

DISPOSIÇÃO DO MATERIAL

7-1. PREPARO DO LOCAL

a. Usualmente emprega-se um trator para a limpeza, para o nivelamento do terreno e para o preparo das áreas de manobras das viaturas. Normalmente, constrói-se uma área de manobra que permita evitar o congestionamento do tráfego e assegure a máxima rapidez na montagem da ponte.

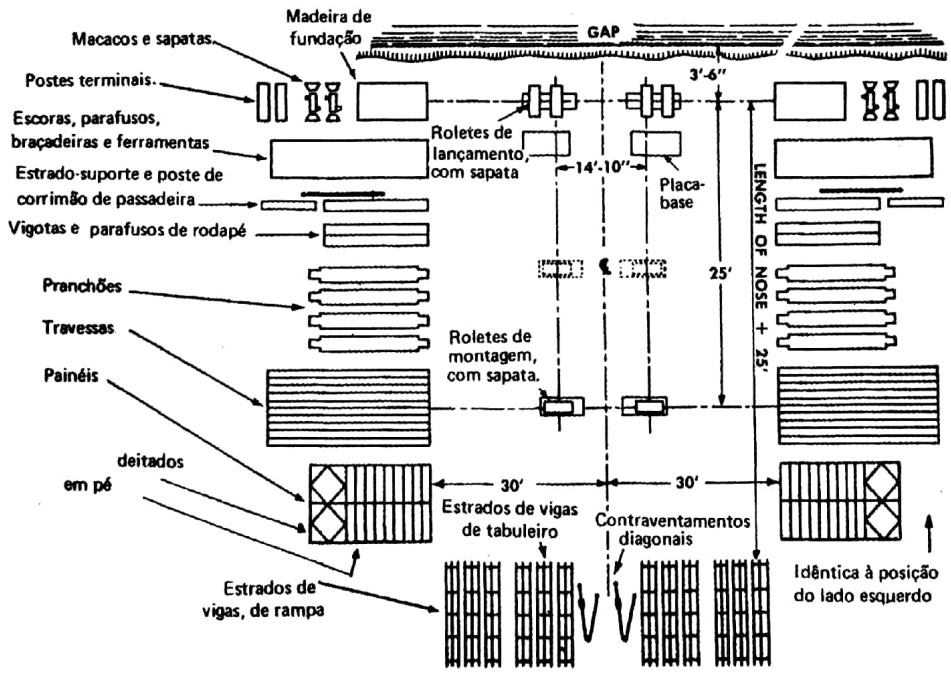
b. A área em torno do local da ponte deve ser limpa e nivelada para permitir a arrumação adequada da equipagem. Deve ter um comprimento igual à largura do vão a ser coberto e cerca de 45,72 m (150') de largura.

7-2. DISPOSIÇÃO DA EQUIPAGEM

a. A equipagem de ponte pode ser disposta em pilhas no próprio local ou usada na medida que vai sendo descarregada das viaturas.

b. Se o material pode ser disposto no canteiro de trabalho, as pilhas são arrumadas conforme ilustra a Fig 7-1.

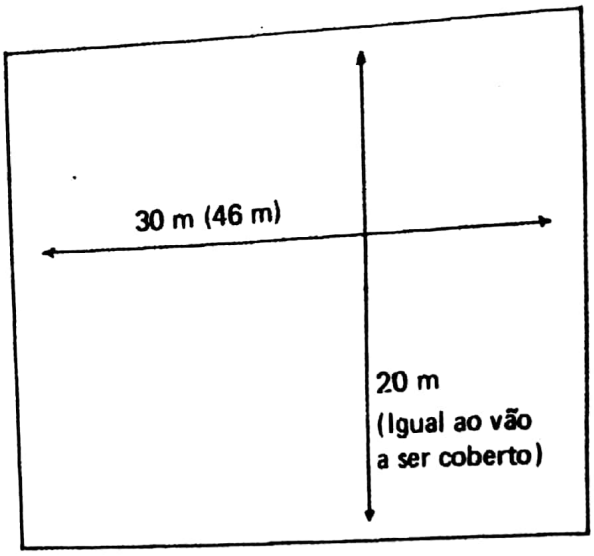
c. Em locais restritos, pelo menos 9,10 m (30') devem estar livres, ao lado da ponte, para permitir a colocação das travessas que, de outra forma, devem passar entre duas vigas treliçadas da ponte, o que constitui penosa tarefa e acarreta perda de tempo.



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
3'-6"	1,07
14'-10"	4,52
25'	7,62
30'	9,14

Fig 7-1. Organização do canteiro de trabalho

Digitalizado com CamScanner



– fora do parêntese -- dimensão mínima
– dentro do parêntese – dimensão ideal

Fig 7-2. Dimensões do canteiro de trabalho

ARTIGO II

COLOCAÇÃO DOS ROLETES E APOIOS

COLOCAÇÃO DOS ROLETES

a. Roletes de lançamento

(1) Após a medição do vão, procede-se ao nivelamento dos encontros de ambas as margens, onde são assentados os roletes de lançamento.

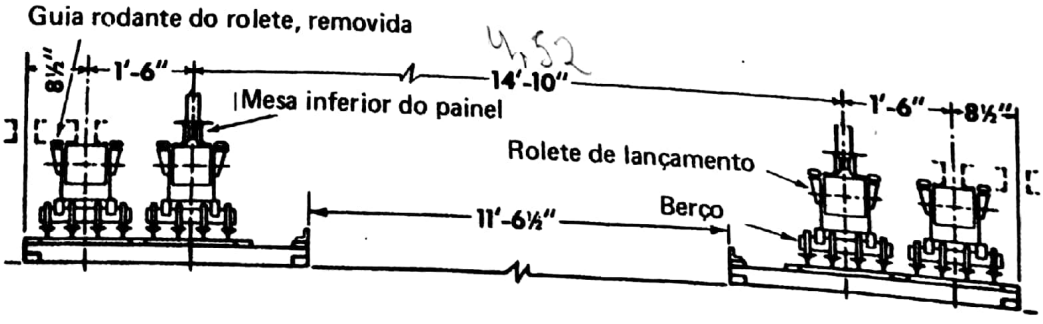
(2) Caso se trate de uma construção com treliças simples, basta assentar dois roletes em cada margem.

(3) Caso se trate de ponte com treliças duplas ou triplas, assentam-se, normalmente, quatro roletes de lançamento na primeira margem e dois na segunda.

(4) Quando, por imposição da construção, deve-se ter treliças duplas no nariz, também na segunda margem serão assentados quatro roletes.

(5) Espaçamento longitudinal – os roletes de lançamento são colocados suficientemente afastados da borda do vão, de modo que fiquem dispostos atrás da inclinação do terreno, segundo a relação de 1,5 na horizontal por 1 na vertical.

(6) Espaçamento lateral – os roletes são usados sob a treliça interior e sob a segunda treliça, em cada lado da ponte. são colocados normalmente sobre as sapatas do rolete de lançamento, que os separam; as sapatas são afastadas de 3,52 m (11'-6 1/2"), conforme ilustra a Fig 7-3; na falta das sapatas, os berços sob os roletes de lançamento podem ser locados com o auxílio de uma travessa, como mostram as figuras 7-4 e 7-5; para isso, faz-se coincidir os prolongamentos dos eixos centrais dos berços com os furos (interior e segundo) existentes em cada extremidade da travessa.



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
8 1/2"	0,216
1'-6"	0,457
11'-6 1/2"	3,52
14'-10"	4,52

Fig 7-3. Espaçamento das sapatas dos roletes de lançamento

Digitalizado com CamScanner

T 5-277

Fig 7-4. Travessa usada como gabarito para colocação dos berços

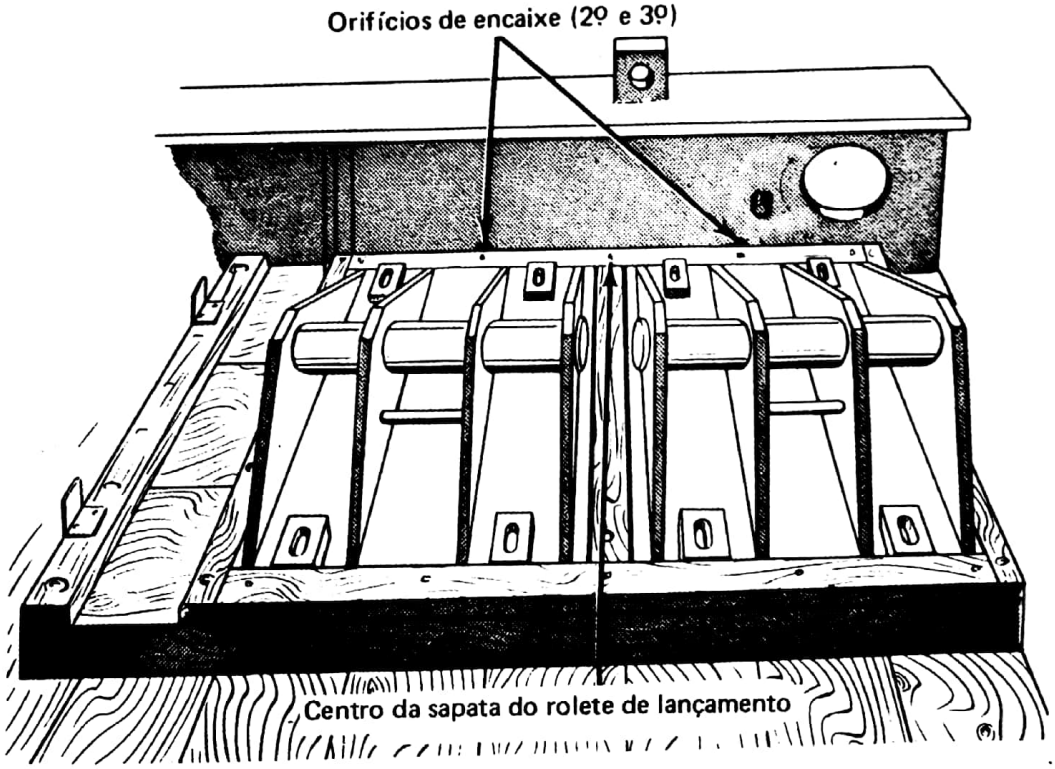


Fig 7-5. Travessa usada na locação dos berços dos roletes de lançamento ou dos berços dos postes terminais

Digitalizado com CamScanner

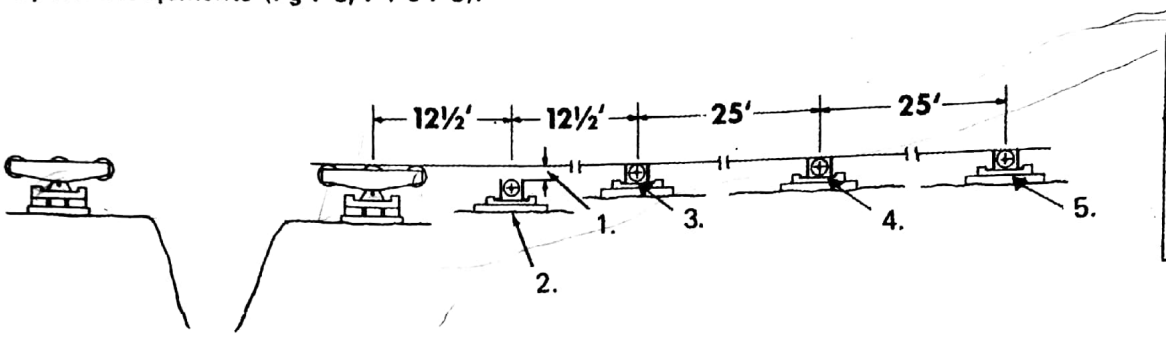
b. Roletes de montagem

(1) Espaçamento longitudinal

(a) Dois ou mais roletes de montagem são colocados a cada 7,62 m (25') à retaguarda dos roletes de lançamento, para suportarem a ponte durante a construção e o lançamento (Fg 7-6, 7-7 e 7-8).

(b) Um conjunto suplementar de roletes de montagem é usado, temporariamente, a 3,18 m (12' 1/2") atrás dos roletes de lançamento, para auxiliar a colocação dos engates do nariz de lançamento e para dar altura entre os mesmos e o solo.

(c) Na segunda margem, em caso de pontes SS e DS menores que 27,43 m (90'), dois roletes de montagem substituem os roletes de lançamento.



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
12 1/2' 25'	3,81 7,62

1. Desnível de 5 cm (2" nos roletes auxiliares
2. Remover estes roletes após os engates de elevação passarem pelos roletes de lançamento.
3. Caimento para a retaguarda, em relação ao nível do rolete de lançamento de 8 cm.
4. Caimento para a retaguarda, em relação ao nível do rolete de lançamento de 16 cm.
5. Caimento para a retaguarda, em relação ao nível do rolete de lançamento de 24 cm.

Fig 7-6. Espaçamento longitudinal dos roletes

(2) Número máximo de roletes de montagem.

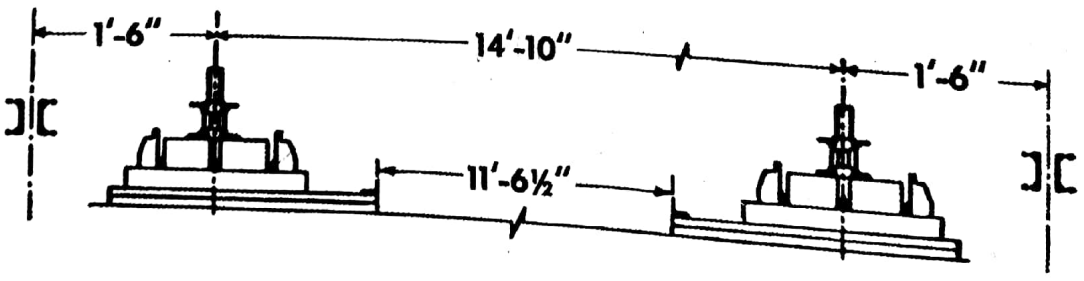
O número máximo de roletes de montagem necessários para a construção de uma ponte é dado pela seguinte fórmula:

$$N = (\frac{C}{25} \times n) + 2$$

Onde, N = número máximo
C = comprimento da ponte em pés, contados do último engate de elevação do nariz de lançamento até a extremidade da ponte;
n = número de roletes em cada posição, sendo dois para pontes SS e DS e quatro para pontes DD e triplas;
2 = número de roletes auxiliares necessários.

(3) Espaçamento lateral

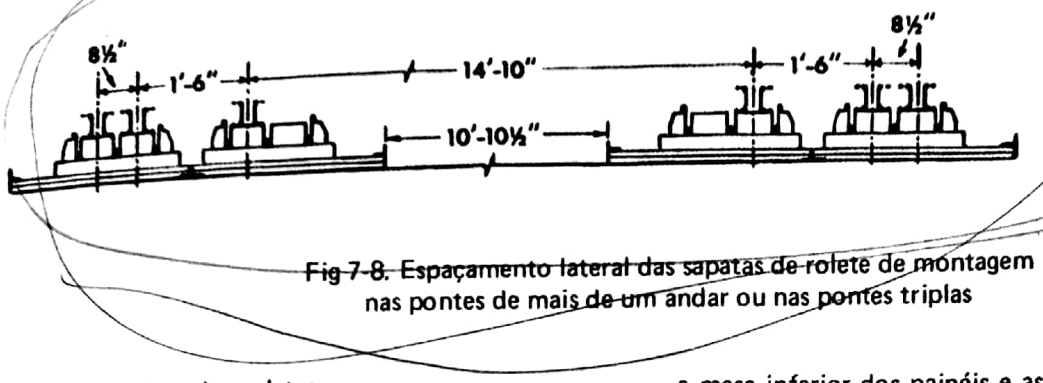
O espaçamento lateral entre os roletes é acertado pela medida do espaço entre as partes internas das sapatas onde se assentam. A distância entre as sapatas será de 3,52 m (11'-6 1/2"), conforme mostram as Figuras 7-7 e 7-8.



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
1'-6" 11'-6 1/2" 14'-10"	0,457 3,52 4,52

Fig 7-7. Espaçamento lateral das sapatas de roletes de montagem, em pontes simples ou duplas

Digitalizado com CamScanner



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
8 1/2"	0,216
1'-6"	0,457
10'-10 1/2"	3,315
14'-10"	4,520

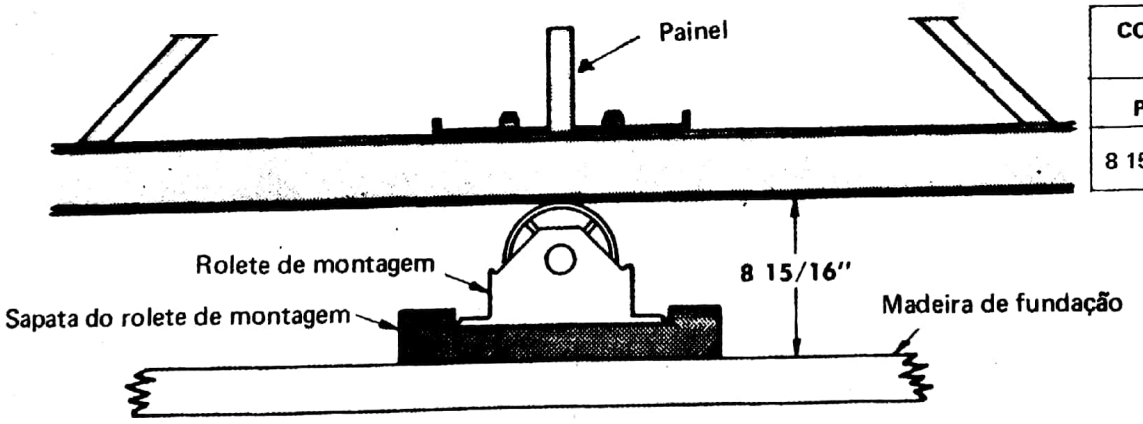
Fig 7-8. Espaçamento lateral das sapatas de rolete de montagem nas pontes de mais de um andar ou nas pontes triplas

(4) Altura dos roletes

(a) Todos os roletes da primeira margem (de montagem e de lançamento), exceto os temporários, ficam locados de forma a que seus topos estejam no mesmo plano (Fig 7-6), ligeiramente inclinados para a retaguarda, formando uma rampa na relação de 1:100; os roletes temporários se assentam 5,08 cm (2") abaixo dos demais.

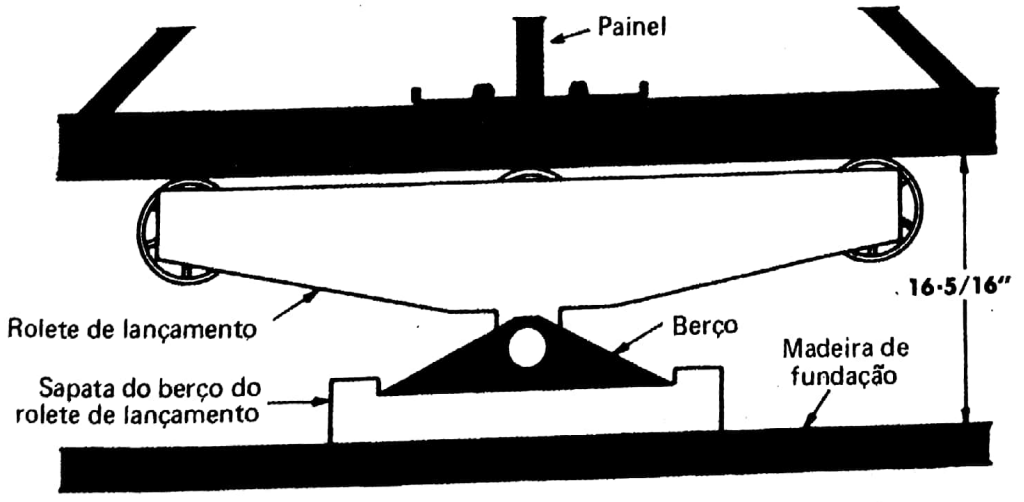
– Para a colocação dos roletes na altura adequada, deve-se considerar a distância existente entre a mesa inferior dos painéis e as fundações, para ambos os tipos de roletes. As figuras 7-9, 7-10 e 7-11 mostram estas distâncias.

– Para garantir a permanência dos roletes em seus lugares durante o lançamento, os da segunda margem deverão ser colocados um pouco abaixo do plano formado pelos da primeira margem; este procedimento deixará espaço para o assentamento da ponte na primeira margem em virtude do seu peso.



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
8 15/16"	0,227

Fig 7-9. Altura da mesa inferior sobre a fundação do rolete de montagem



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
16 5/16"	0,414

Fig 7-10. Altura da mesa inferior sobre a fundação do rolete de lançamento

Digitalizado com CamScanner

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
7 15/32"	0,190
1 15/16"	0,492
20 11/16"	0,525
28 5/32"	0,715

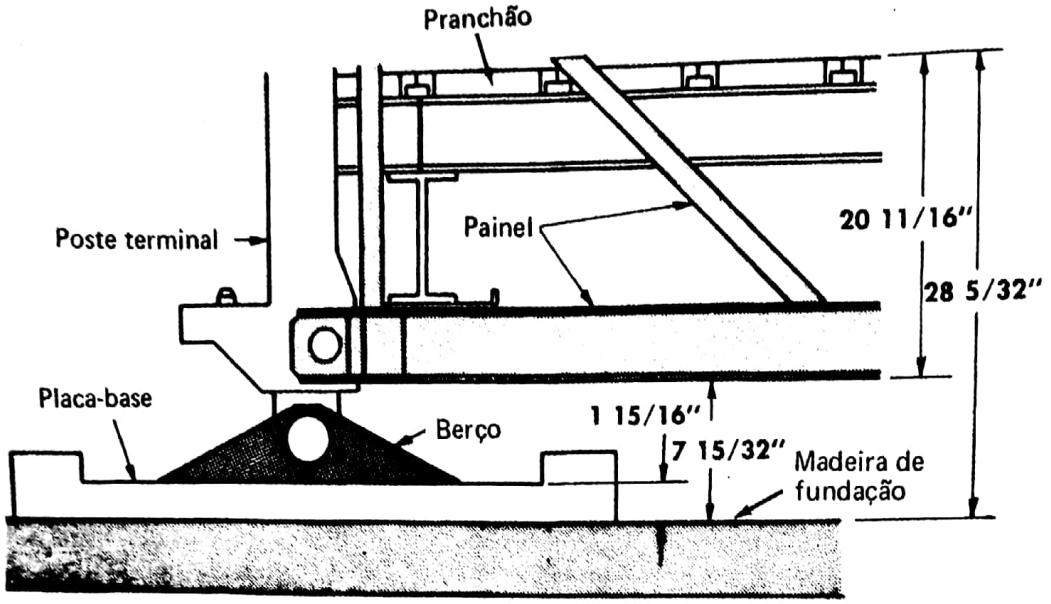


Fig 7-11. Altura da mesa inferior em relação à fundação, estando os postes sobre os berços

(b) Cálculo da elevação dos roletes – exemplo.

Dados:

– Comprimento e tipo da ponte: 48,77 m (160') TS.

– Distância entre os roletes de lançamento de ambas as margens: 47,24 m (155').

– Distância entre os roletes de lançamento e o rolete de montagem posterior: 22,86 m (75').

– Nível do terreno na segunda margem: 99 cm (39") acima do nível da primeira margem, no ponto em que se assenta o rolete de lançamento.

– Nível do terreno no local do rolete de montagem posterior: 61 cm (24') acima do ponto em que se assenta o rolete de lançamento.

Problema

– Determinar a altura da fundação sob o rolete de lançamento da primeira margem, para que os topos de todos os demais roletes fiquem no mesmo plano horizontal.

Solução

– Distância da base da sapata ao topo do rolete de lançamento (Fig 7-10): 41,4 cm (16 5/16").

– Distância da base da sapata ao topo do rolete de montagem (Fig 7-9): 22,7 cm (8 15/16").

– Altura mínima da fundação sob os roletes (Cap 8) 15,2 cm (6").

– Diferença de altura entre o topo do rolete de lançamento mais afastado da segunda margem e o topo dos roletes de montagem da primeira margem: (99 + 15,2 + 41,4) – (61 + 15,2 + 22,7) = 155,6 – 98,9 = 56,7 cm (57 cm).

– Diferença de altura entre o topo do rolete de montagem mais afastado e o topo do rolete de lançamento da primeira margem, para que este último fique no mesmo plano dos demais:

$$0{,}57 \times \left(\frac{22{,}86}{22{,}86 + 48{,}77}\right) = 0{,}57 \times \frac{22{,}86}{71{,}63} = 0{,}18 \text{ m} = 18 \text{ cm}$$

– Distância do terreno ao rolete de lançamento da primeira margem:
(61 + 15,2 + 22,7) + 18 = 98,9 + 18 = 117 cm = 1,17 m

– Fundação necessária sob o rolete de lançamento:
117 – 41,4 = 75,6 = 76 cm

– Portanto, como fundação, devem ser usadas cinco peças de madeira de 15,2 x 15,2 cm (6" x 6"), sob a sapata do rolete de lançamento da primeira margem.

– Para a determinação do número e espaçamento dos engates do nariz de lançamento, ver capítulo 9, parágrafo 9-6.

(5) Detalhes a serem observados na instalação dos roletes.

(a) Certifique-se de que cada par de roletes esteja corretamente alinhado transversalmente e em ângulo reto com a linha central.

(b) Certifique-se de que os roletes estão apoiados firmemente, sem tendência para virar. Vale a pena gastar algum tempo testando-os, pois de outra forma poderão ocorrer atrasos consideráveis em estágios posteriores se, durante o lançamento, for constatado que a ponte está correndo fora de sua verdadeira linha, ou se um rolete virar e tiver de ser recolocado.

(c) Como verificação final das posições dos roletes, coloque uma travessa sobre cada par, uma de cada

Digitalizado com CamScanner

T 5-277

vez. O orifício interno, na flange inferior de cada extremidade (que se localiza no suporte do painel), deve estar no centro do rolete.

(d) Após instalados os roletes da primeira margem, instale os roletes da segunda margem, com alinhamento visual.

7-4. PLACAS-BASE

a. Sob os berços dos postes terminais, colocam-se placas-base atrás dos roletes de lançamento, a uma distância mínima de 0,762 m (2 1/2') e, de preferência, a 1,07 m (3,5') ou 1,37 m (4,5'), dependendo da fundação utilizada, para que os roletes não interfiram com os postes terminais quando a ponte estiver sendo arriada por meio de macacos (Fig 7-13).

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
24"	0,610
30"	0,762
39"	0,991
75'	22,86
155'	47,26

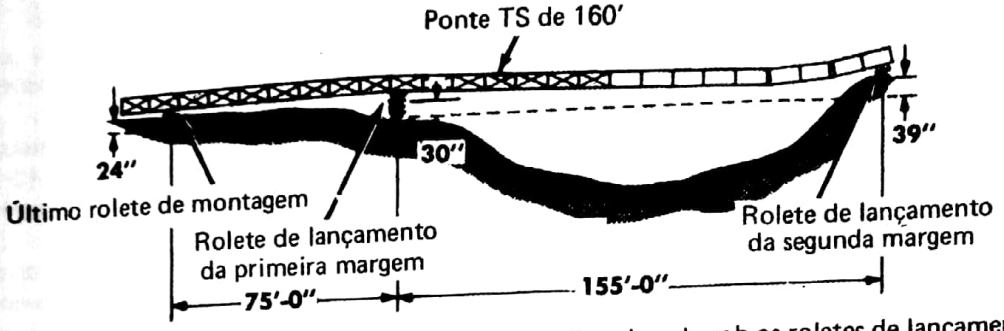


Fig 7-12. Madeira de fundação colocada sob os roletes de lançamento de primeira margem para nivelamento de todos os roletes

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
1 1/16"	0,027
7 15/16"	0,202
2'-2 1/4"	0,666
2'-5 11/16"	0,754

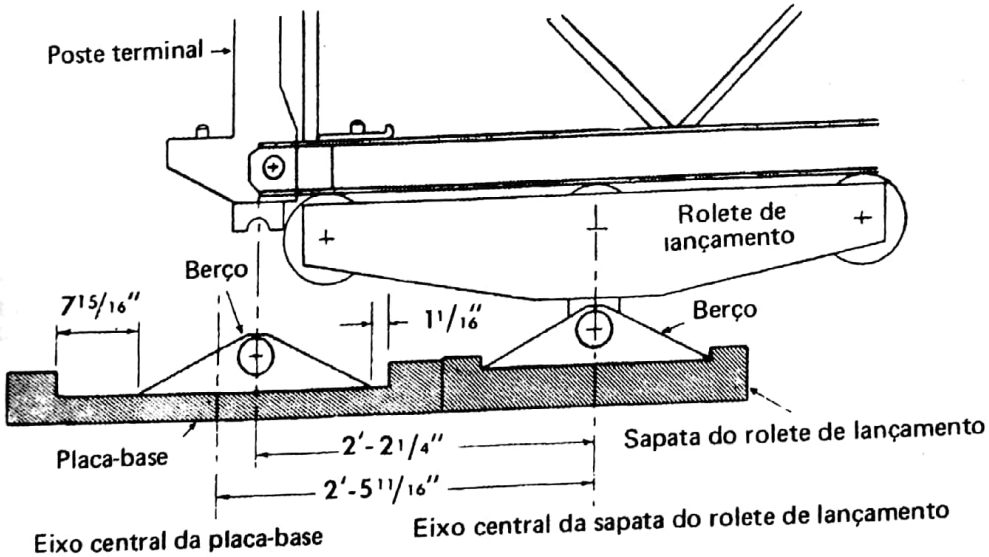


Fig 7-13. Posição relativa entre os roletes de lançamento e a placa-base

b. As placas-base são separadas lateralmente como mostra a figura 7-14 e são elevadas de modo a manter a inclinação de rampas menor que 10% para cargas iguais ou inferiores a 45,35 t (50 toneladas curtas) e de 5% para cargas mais pesadas. A altura do tabuleiro da ponte (acima da fundação), para determinação da elevação da placa-base, é mostrada na Figura 7-1. Deve ser considerada, também, a espessura do piso de uso. Quando a sapata do rolete de lançamento e a placa-base forem colocadas costa a costa, a distância entre seus eixos centrais deverá ser de 0,754 m (2'-5 11/16").

c. Os eixos centrais dos berços devem distar pelo menos 0,667 m (2'-2 1/4"), para que o poste terminal não toque o rolete de lançamento.

7-5. FUNDAÇÕES (TRABALHOS PRELIMINARES)

Para determinação da área ocupada pelo rolete de lançamento e pela placa-base, deverão ser consultadas as figuras 8-2 a 8-9 (Cap 8), que mostram as distâncias entre eixos centrais da placa-base e dos roletes de lançamento, bem como a dimensão das bordas da fundação, que pode aflorar do nível do terreno ou ser enterrada. (Ver também Fig 7-5).

Digitalizado com CamScanner

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
7'-5''	2,260
8'-2''	2,490
8'-7 3/4''	2,635

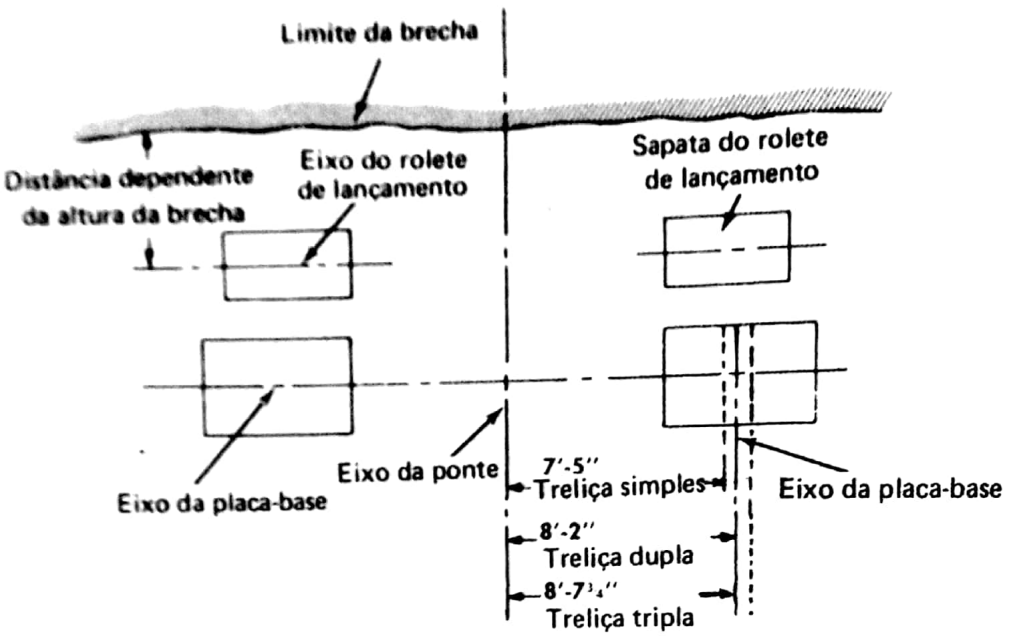
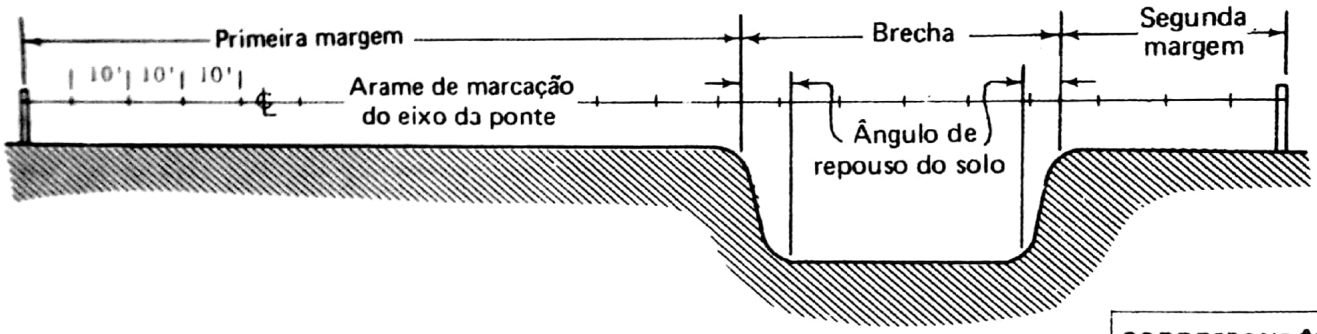


Fig 7-14. Espaçamento das placas-base



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
8'	2,438
10'	3,048
12'-6''	3,810
14'-10''	4,520
25''	7,620

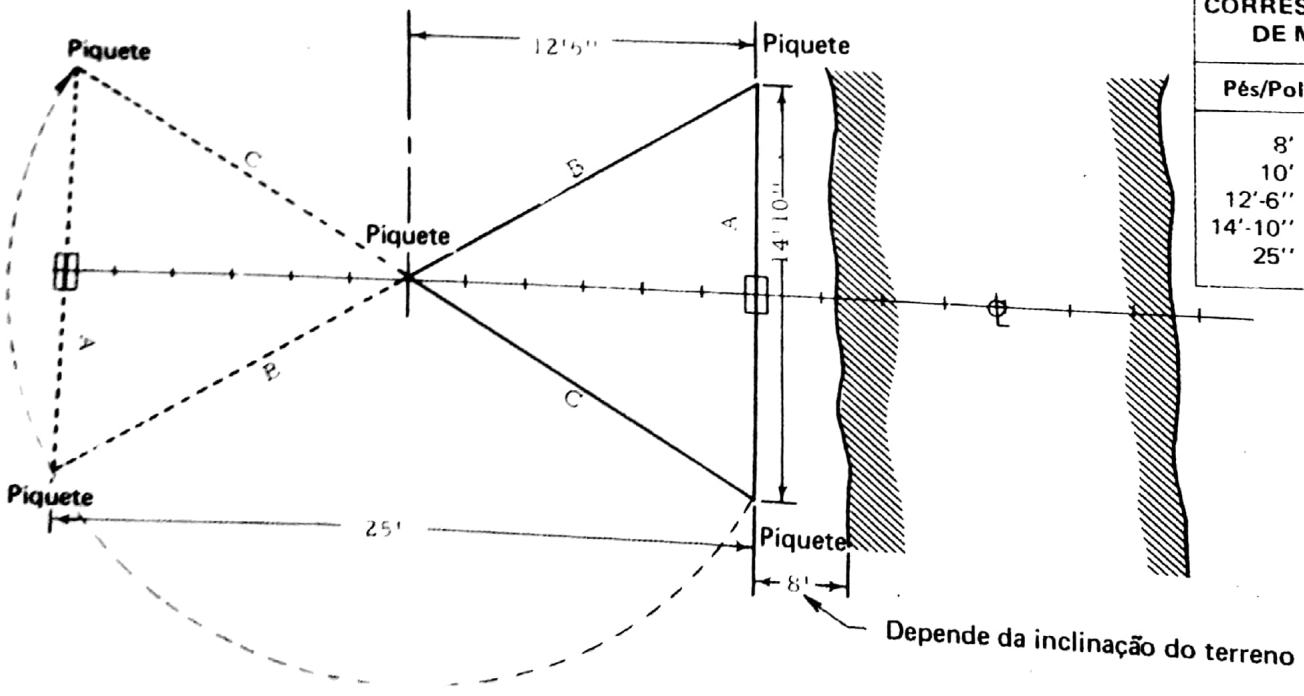


Fig 7-15. Locação das sapatas

Digitalizado com CamScanner

ARTIGO III

EMPREGO DE GABARITO PARA DEMARCAR O CANTEIRO DE TRABALHO

7-6. DESCRIÇÃO GERAL

a. Para facilitar a locação do material de lançamento, utiliza-se um gabarito (Fig 7-15), que pode ser feito no próprio local da ponte.

b. O gabarito consiste de três seções de cabo leve (arame ou outro material pouco elástico); as seções (A, B e C) são ligadas por elos ou olhais que lhes permitem movimentos independentes.

c. Inicialmente, o gabarito é disposto em forma de triângulo, cuja base, seção "A", de 4,52 m (14'-10") de comprimento, deve possuir um prumo metálico, facilmente visível, em seu centro.

d. As seções "B" e "C" medem aproximadamente 4,368 m (14'-4"), de sorte que a distância do vértice do triângulo até o prumo metálico tem exatamente 3,81 m (12' e 6").

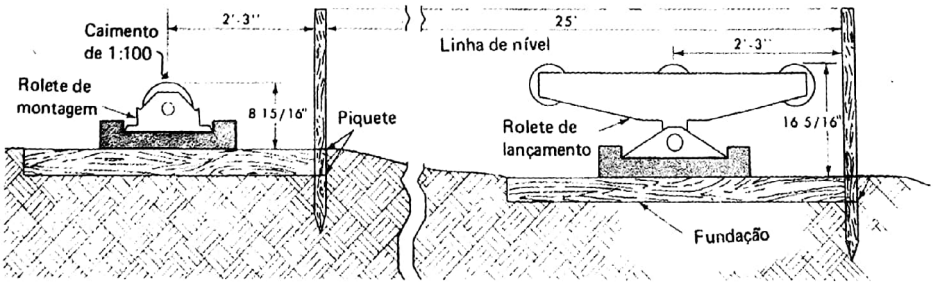
e. Em cada vértice do gabarito assenta-se um pino de aço para prender os cabos.

7-7. EMPREGO

a. Depois da locação e no eixo central da ponte materializado por um fio metálico, cravam-se dois pinos, correspondentes aos vértices "B" e "C", tendo-se o cuidado de deixar livre a inclinação de repouso do terreno.

b. O pino cravado passará a funcionar como charneira do gabarito. Quando o prumo de metal, sobre a metade do lado "A", atingir o eixo central da ponte, o gabarito deve ser bem esticado, para que as extremidades da base "A" determinem as posições dos roletes de lançamento.

c. A seguir cravam-se estacas de balizamento conforme se mostra na Figura 7-16.



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
8 15/16"	0,227
16 15/16"	0,430
2'-3"	0,686
25'	7,620

Fig 7-16. Nivelamento para colocação da fundação, sapatas e roletes

d. A posição do primeiro conjunto de roletes de montagem é determinada de maneira semelhante: mantendo a charneira fixa no local, girando o gabarito de 180º e novamente colocando o pêndulo metálico sobre o eixo central da ponte, os pinos das extremidades da seção "A" indicam as posições dos primeiros roletes de montagem. Substituem-se, então, os pinos por estacas de balisamento.

e. Este procedimento pode ser repetido a fim de assinalar as posições dos roletes adicionais, tantos quantos forem necessários.

f. As estacas de balisamento são em seguida niveladas, fazendo-se passar uma linha de nivelamento por sobre seus topos (Fig 7-16); o terreno é nivelado na altura adequada para a colocação das fundações e sapatas; nos pontos indicados pelas balisas, os roletes não são centrados diretamente sobre os locais balisados, mas sim a uma distância pré-determinadas que seja conveniente, normalmente de 0,61 a 0,914 m (2' a 3') à retaguarda das balisas. Desta maneira, as balisas são utilizadas como guias de elevação e de espaçamentos longitudinais e transversais durante a organização do terreno.

g. Roletes auxiliares colocados, aproximadamente, a meia distância entre os roletes de lançamento e de montagem não carecem de nivelamento preciso.

Digitalizado com CamScanner

ARTIGO IV

ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE TRABALHO

7-8. PESSOAL

As tarefas preliminares de preparação dos encontros da ponte são feitas por um destacamento de organização e por um destacamento avançado de construção.

7-9. MATERIAL

a. O destacamento de organização deve possuir nível de mão, balisas, trenas de aço, material para desenho, estacas, machadinhas, bote pneumático de reconhecimento e arame.

b. O destacamento avançado de construção é equipado com material comum de sapadores e de carpinteiros. A madeira necessária para as fundações deve chegar ao local antes do restante do material da ponte.

7-10. PROCEDIMENTO

a. Esticar um arame marcado de 3,041 em 3,041 m (10' em 10'), através do vão.

b. Traçar o perfil transversal da brecha, no alinhamento do eixo escolhido para a ponte.

c. De posse do perfil transversal, determinar a posição dos roletes de lançamento, face ao ângulo do talude, da seguinte forma:

(1) Medir a altura da brecha, junto à primeira margem.

(2) Calcular a linha de equilíbrio do talude, baseada na relação de 3/2 (1,5/1 – horizontal/vertical).

(3) Tomar mais 1 m aquém da linha calculada, como margem de segurança.

(4) Posicionar, aí, os roletes de lançamento da primeira margem.

(5) Agir de forma idêntica para a segunda margem.

d. Determinar o comprimento da ponte, tendo em vista que:

(1) Comprimento mínimo – igual à distância entre os centros dos roletes de lançamento, mais 1,524 m ou 5' (2 x 0,762 m = 1,524 m ou 5').

(2) Comprimento normal – igual à distância entre os centros dos roletes de lançamento, mais 2,134 m ou 7' (2 x 1,067 m = 2,134 m ou 7').

(3) Comprimento real – igual ao múltiplo de 10' imediatamente superior ao comprimento normal.

e. Em face da tonelagem pedida e da economia de material, escolher o tipo de ponte conveniente (Cap 3).

f. De posse do tipo de ponte e de seu comprimento, calcular o material necessário (Tab 2-1).

g. Prolongar o eixo central da ponte até os comprimentos calculados para a cauda e o nariz.

h. Utilizar balisas para assinalar as posições dos roletes de lançamento, de montagem e das placas-base, considerando os seguintes dados:

(1) São usados quatro roletes de lançamento para todas as pontes, exceto para as de tipo SS e DS menores que 33,53 m (110'), para as quais devem ser usados apenas dois roletes.

(2) É empregado um rolete de lançamento na segunda margem para cada treliça existente no nariz, exceto nas pontes SS e DS menores que 27,43 m (90'). Neste caso, utiliza-se um rolete de montagem sob cada treliça.

(3) Devem-se colocar as placas-base no mínimo a 0,762 m (2,5') e de preferência a 1,07 m ou 1,37 m (3,5' ou 4,5') à retaguarda dos roletes de lançamento da primeira e da segunda margens.

(4) Os roletes de montagem são dispostos aos pares, intervalados de 7,62 m (25') atrás dos roletes de lançamento. Para construções de andar duplo, colocam-se dois roletes de montagem, extras, a 15,24 m (50') à retaguarda dos roletes de lançamento e outro par de roletes a 3,81 m (12,5') atrás dos mesmos.

i. Balisar o traçado do eixo central da ponte até onde termina o comprimento da cauda; marcar, em corte transversal ao eixo central, as posições dos roletes e placas-base. Para a colocação dos roletes, observar o seguinte:

(1) A partir do conhecimento do nível do terreno, calcular a altura do madeiramento ou a profundidade das escavações necessárias.

(2) Considerar que todos os roletes de lançamento e montagem da primeira margem devem, se possível, ficar no mesmo plano horizontal, exceto os auxiliares, que devem ser colocados 5,08 cm (2") abaixo dos demais.

(3) Se for necessário lançar a ponte inclinadamente, os roletes devem ser colocados em plano inclinado e deve ser providenciado um cabo de ancoragem com guincho para reter a ponte pela cauda; o ideal é ter o nível dos roletes da primeira margem com um caimento na relação de 1:100 para a retaguarda.

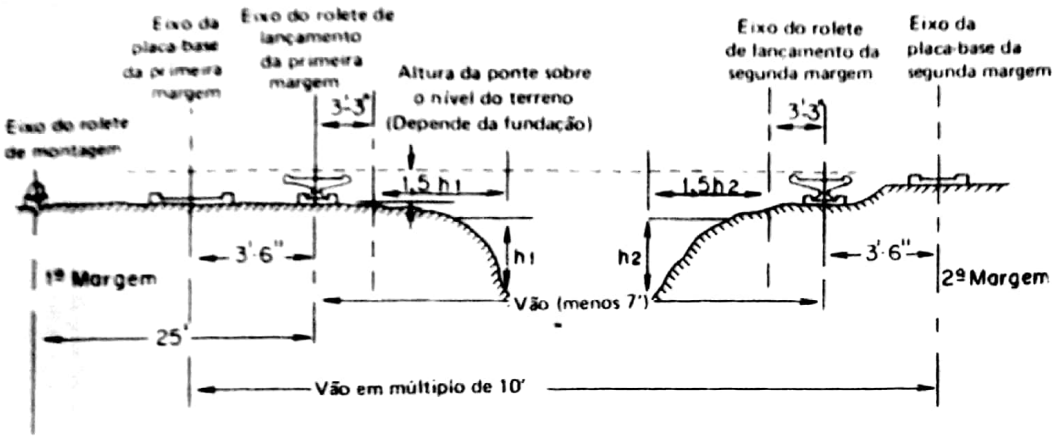
(4) Colocar o rolete de lançamento da segunda margem um pouco abaixo do plano dos topos dos roletes da primeira margem.

j. Avaliar a capacidade de sustentação do terreno e escolher o tipo de fundação, a partir das tabelas 7-1 e 7-2, levando em consideração que apenas são empregadas

Digitalizado com CamScanner

as sapatas dos roletes de montagem quando são usados dois roletes lado a lado e a capacidade de sustentação do solo for menor que 30 t/m^2.

l. Fazer um croqui da situação da ponte projetada, para ser usado no cálculo das necessidades do nariz de lançamento. A Figura 7-17 mostra um croqui típico.



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
3'-3"	1,00
3'-6"	1,07
7'	2,13
10'	3,05
25'	7,26

Fig 7-17. Croqui da disposição do local da ponte

m. Acionar, o mais cedo possível, os destacamentos avançados de construção, no nivelamento e nas escavações das fundações das sapatas. A Figura 7-14 mostra as distâncias entre o eixo central da ponte e as placas-base e sapatas de roletes de lançamento, sob as quais as fundações são centradas.

n. Marcar a posição de todas as pilhas de componentes da equipagem a 9,14 m (30') de cada lado do eixo central da ponte.

o. Construir as fundações e elevar o madeirame dos roletes até a altura conveniente.

p. Certificar-se de que:

(1) As fundações estejam adequadas para a carga.

(2) A drenagem em torno das fundações seja suficiente.

(3) Os roletes estejam corretamente espaçados, alinhados, nivelados e em esquadro.

Digitalizado com CamScanner

Tab 7-1. Capacidade das fundações (ilustradas nas Figuras 8-2 a 8-9, em função da capacidade de sustentação do solo por tipo, fornecendo as cargas admissíveis nas placas-base)

CAPACIDADE DE SUSTENTAÇÃO DO SOLO OU PRESSÃO ADMISSÍVEL NO SOLO		Sem Fundação	MATERIAL EMPREGADO							
			Madeirame fornecido com a equipagem					Madeirame fora da equipagem		
			17 Peças de 6"x6"x4' 6"	27 Peças de 6"x6"x4' 6" e 9 Peças de 3"x6"x4' 6"	2 Estrados de vigas de rampa e 20 peças de 6"x6"x4' 6"	4 Estrados de vigas de rampa e 47 peças de 6"x6"x4' 6"	3 Estrados de vigas de rampa e 28 pranchões	3 Peças de 8"x8"x6' 5 Peças de 8"x8"x8' 12 Peças de 8"x8"x12'	Travessas 10 Peças de 2"x6"x4' 6" 4 Peças de 6"x6"x4' 6" 30 Peças de 8"x8"x12'	3 Estrados de vigas de rampa e 15 peças de 8"x8"x15'
			Figura de Referência							
			8-2	8-3	8-4	8-5	8-6	8-7	8-8	8-9
			Tipo de Fundação							
Sh Ton/pé²	t/m²		1	2	3	4	5	6	7	8
0,5	4,88	7 (6,35) / 3 (2,72)	11 (9,98) / 8 (7,62)	11 (9,98) / 10 (9,07)	13 (11,79) / 9 (8,16)	22 (19,96) / 22 (19,96)	41 (37,20) / 30 (27,21)	30 (27,21) / 17 (15,42)	87 (78,91) / 60 (54,42)	43 (39,00) / 31 (28,12)
1,0	9,76	13 (11,79) / 6 (5,44)	22 (19,96) / 16 (14,51)	22 (19,96) / 20 (18,14)	26 (23,58) / 19 (17,23)	45 (40,82) / 45 (40,82)	46 (41,72) / 39 (35,38)	59 (53,51) / 34 (30,84)	90 (81,63) / 60 (54,42)	86 (78,00) / 60 (54,42)
2,0	19,52	27 (24,49) / 12 (10,88)	45 (40,82) / 34 (28,12)	45 (40,82) / 40 (36,28)	51 (46,26) / 37 (33,56)	71 (64,40) / 57 (51,70)	63 (57,14) / 45 (40,82)	75 (68,03) / 34 (30,84)	90 (81,63) / 60 (54,42)	99 (81,63) / 60 (54,42)
2,5	24,40	34 (30,84) / 15 (13,60)	56 (50,78) / 39 (35,38)	56 (50,78) / 51 (46,16)	61 (55,33) / 46 (41,72)	71 (64,40) / 57 (51,70)	79 (71,65) / 57 (51,70)	75 (68,03) / 34 (30,84)	90 (81,63) / 60 (54,42)	99 (81,63) / 60 (54,42)
3,5	34,16	47 (42,63) / 21 (19,05)	79 (71,65) / 45 (40,82)	79 (71,65) / 60 (54,42)	61 (55,33) / 60 (41,72)	71 (69,40) / 57 (51,70)	99 (89,79) / 60 (54,42)	75 (68,03) / 34 (30,84)	90 (81,63) / 60 (54,42)	99 (81,63) / 60 (54,42)

Peças de Fundação:
- 2"x6"x4' 6": . . . . . 0,05 x 0,15 x 1,40 m
- 3"x6"x4' 6": . . . . . 0,075 x 0,15 x 1,40 m
- 6"x6"x4' 6": . . . . . 0,15 x 0,15 x 1,40 m
- 8"x8"x6': . . . . . 0,20 x 0,20 x 1,80 m
- 8"x8"x8': . . . . . 0,20 x 0,20 x 2,40 m
- 8"x8"x12': . . . . . 0,20 x 0,20 x 3,60 m
- 8"x8"x15': . . . . . 0,20 x 0,20 x 4,60 m

OBSERVAÇÃO — Carga máxima admissível sobre a placa-base e sobre a sapata do rolete de lançamento em toneladas curtas (Sh Ton) e toneladas (t).

Digitalizado com CamScanner

Tab 7-2. Tipos de fundações necessárias (em função do tipo e do comprimento da ponte por tipo de solo)

Tipo de Ponte	Pressão Admissível do Solo		30'	40'	50'	60'	70'	80'	90'	100'	110'	120'	130'	140'	150'	160'	170'	180'	190'	200'	210'
	t/m^2	Sh Ton $/pé^2$	9,14 m	12, 19m	15,24 m	18,29 m	21,34 m	24,38 m	27,43 m	30,48 m	33,53 m	36,58 m	39,62 m	42,67 m	45,72 m	48,77 m	51,82 m	54,86 m	57,91 m	60,96 m	64 m
SS	4,88	0,5	5,7,8	5,6,7,8	5,6,7,8	4	4	4	4	4											
	9,76	1,0	4	3	3	1	1	1	1	1											
	19,52	2,0	1	(2)	(2)	(2)	(2)	1	1	1											
	24,40	2,5	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)											
	34,16	3,5	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)											
DS	4,88	0,5			7	7	7,8	5,7,8	5,7,8	5,7,8	5,7,8	5,7,8	5,7,8	5,7,8							
	9,76	1,0			5,7,8	6,7,8	4	4	4	4	4	4	4	4							
	19,52	2,0			4	3	1	1	1	1	1	1	1	1							
	24,40	2,5			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
	34,16	3,5			1	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	1	1	1	1							
TS	4,88	0,5						7	7	7,8	5,7,8	5,7,8	5,7,8	7	7,8	5,7,8					
	9,76	1,0						5,7,8	6,7,8	4	4	4	4	4	4	4					
	19,52	2,0						4	3	1	1	1	1	2	1	1					
	24,40	2,5						3	1	1	1	1	1	1	1	1					
	34,16	3,5						1	1	1	1	1	1	1	1	1					
DD	4,88	0,5								7	7	7	7	7	7	7	7	7			
	9,76	1,0								7,8	6,7,8	6,7,8	4	4,5,7,8	4,7,8	4,5,7,8	4,7,8	4,5,7,8			
	19,52	2,0								4	4	3	2	2	4,5,7,8	2	4,5,7,8	2			
	24,40	2,5								3	1	1	1	1	2	1	2	1			
	34,16	3,5								1	1	1	1	1	1	1	1	1			
TD	4,88	0,5									7	7	7	7	7	7	7	7	7		
	9,76	1,0									7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8		
	19,52	2,0									4,7,8	4,5,7,8	4,5,7	4,7,8	4,7,8	4,7,8	4,7,8	4,7,8	4,7,8		
	24,40	2,5									4,5,7,8	3	2	2	2	2	2	2	2		
	34,16	3,5									1	1	1	2	2	2	2	2	2		
DT	4,88	0,5											7	—	7	7	7	7	7	7	7
	9,76	1,0											7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
	19,52	2,0											7,8	4,7,8	4,7,8	7,8	7,8	7,8	4,7,8	4,7,8	4,7,8
	24,40	2,5											5,7,8	4,5,7,8	4,5,7,8	7,8	7,8	7,8	4,5,7,8	4,5,7,8	4,5,7,8
	34,16	3,5											2	2	2	2	2	2	2	2	2
TT	4,88	0,5															7	7	7	7	7
	9,76	1,0															7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
	19,52	2,0															7,8	7,8	7,8	7,8	4,7,8
	24,40	2,5															7,8	7,8	5,7,8	5,7,8	4,5,7,8
	34,16	3,5															5,7,8	5,7,8	2	2	2

OBSERVAÇÕES – 1) Ver Figuras 8-2 a 8-9.
2) A placa-base e os roletes de lançamento não necessitam fundação.

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 8

FUNDAÇÕES E APOIOS

ARTIGO I

FUNDAÇÕES DOS ROLETES DE LANÇAMENTO E PLACAS-BASE

8-1. FUNDAÇÕES PARA AS PLACAS-BASE E BERÇOS DOS ROLETES DE LANÇAMENTO.

a. Finalidade – durante o lançamento, todo o peso da ponte é suportado pelos roletes de lançamento da primeira margem. Após a conclusão da ponte, todo o peso (próprio e das cargas em tráfego) passa a ser suportado pelos postes terminais. Dos postes terminais o peso é distribuído para as placas-base, através dos berços. Entretanto, se a carga prevista exceder à capacidade de suporte do terreno, haverá necessidade de ampliar a base de sustentação, por intermédio das fundações que, por outro lado, podem servir, também, para elevar os roletes ao nível conveniente.

b. Descrição – a fundação é construída com peças de madeira esquadriada fornecidas como componentes da ponte. A fundação deve ficar perfeitamente estável e nivelada, fazendo com que todas as treliças trabalhem simultaneamente, mantendo, assim, as características básicas do projeto.

(1) Tipos padronizados de fundações com madeiramento orgânico da equipagem – a equipagem de ponte possui 114 peças de 15 x 15 cm (6" x 6") e 1,40 m (4 1/2') de comprimento, e 48 peças de 7,5 cm x 15 cm (3" x 6") e 1,40 m (4 1/2') de comprimento. Os tipos de fundações padronizados, construídos mediante a utilização dessas peças de madeira e de outras peças de equipagem, são ilustrados nas figuras 8-2 até 8-6, e suas capacidades são dadas na Tabela 7-1.

(2) Tipos padronizados de fundações com madeiramento estranho à equipagem – em solos macios, algumas pontes, das mais pesadas, requerem fundações maiores do que as que podem ser construídas com peças de madeiras orgânicas da equipagem. Nestes casos, as fundações são construídas com peças de 20 x 20 cm (8" x 8"), como mostram as figuras 8-7 até 8-9, aplicando-se, também, a Tabela 7-1.

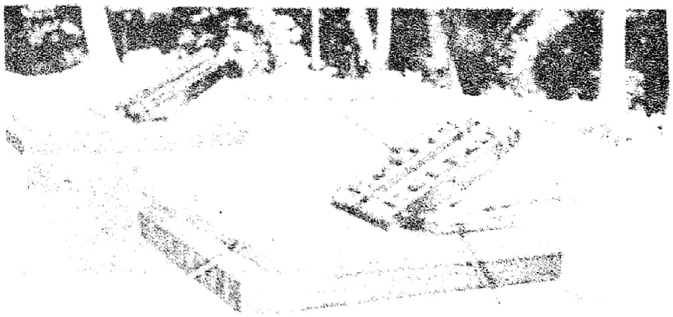
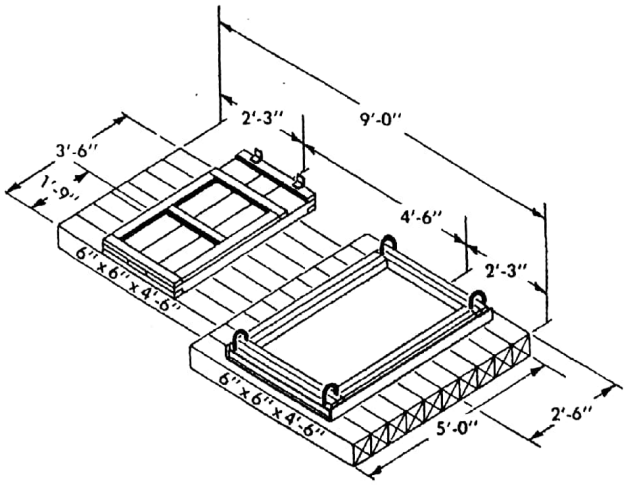


Fig 8-1. Placa-base e rolete de lançamento colocados sobre a fundação antes do lançamento da ponte



(Correspondência de medidas: ver Fig 8-5)

Fig 8-2. Fundação Tipo 1, construída com material da equipagem

Digitalizado com CamScanner

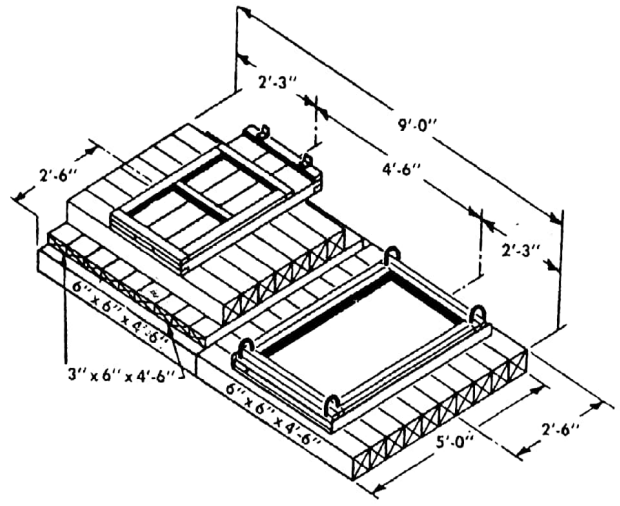


Fig 8-3. Fundação Tipo 2, construída com material da equipagem

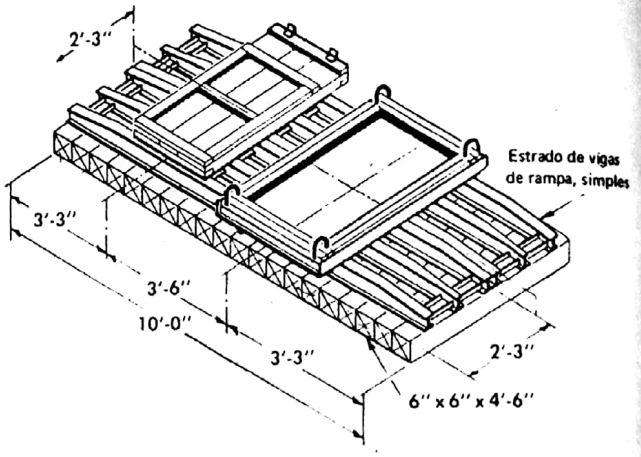


Fig 8-4. Fundação Tipo 3, construída com material da equipagem

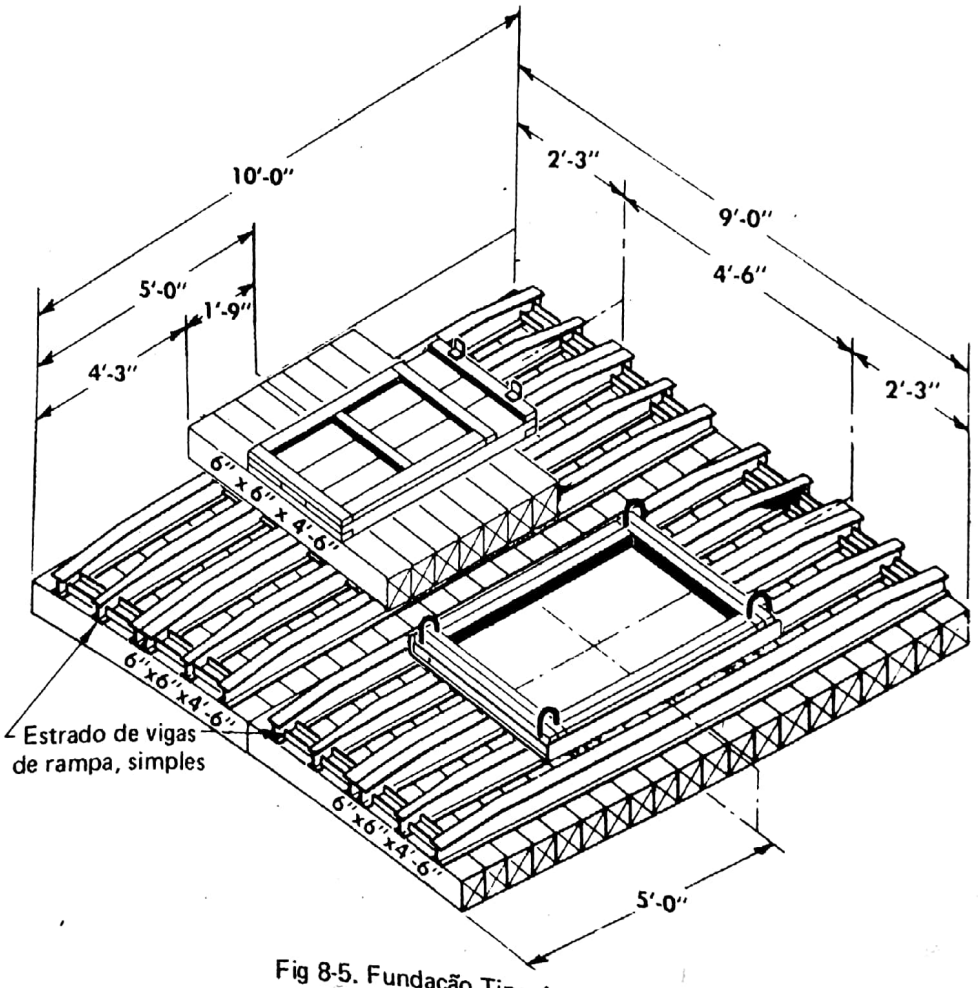


Fig 8-5. Fundação Tipo 4, construída com material da equipagem

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS (Fig 8-2 a 8-5)	
Pés/Pol	**Metros**
3"	0,076
6"	0,150
1'-9"	0,534
2'-3"	0,685
2'-6"	0,762
3'-3"	0,990
3'-6"	1,067
4'-3"	1,295
4'-6"	1,370
5'	1,524
9'	2,743
10'	3,048

Digitalizado com CamScanner

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
2''	0,050
8 3/4''	0,220
2'-9''	0,838
3'-6''	1,067
3'-9''	1,143
5'-6''	1,667
10'	3,048
13'-10''	4,22

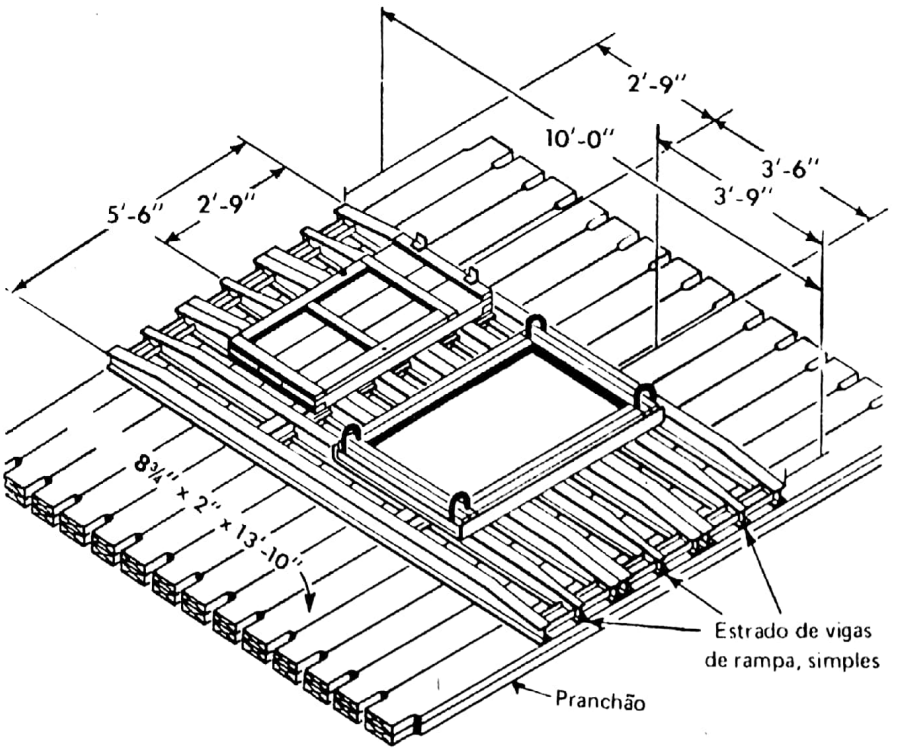


Fig 8-6. Fundação Tipo 5, construída com material da equipagem

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
8''	0,200
3'-6''	0,067
3'-9''	1,143
4'	1,220
4'-9''	1,448
6'	1,830
8'	2,438
12'	3,658

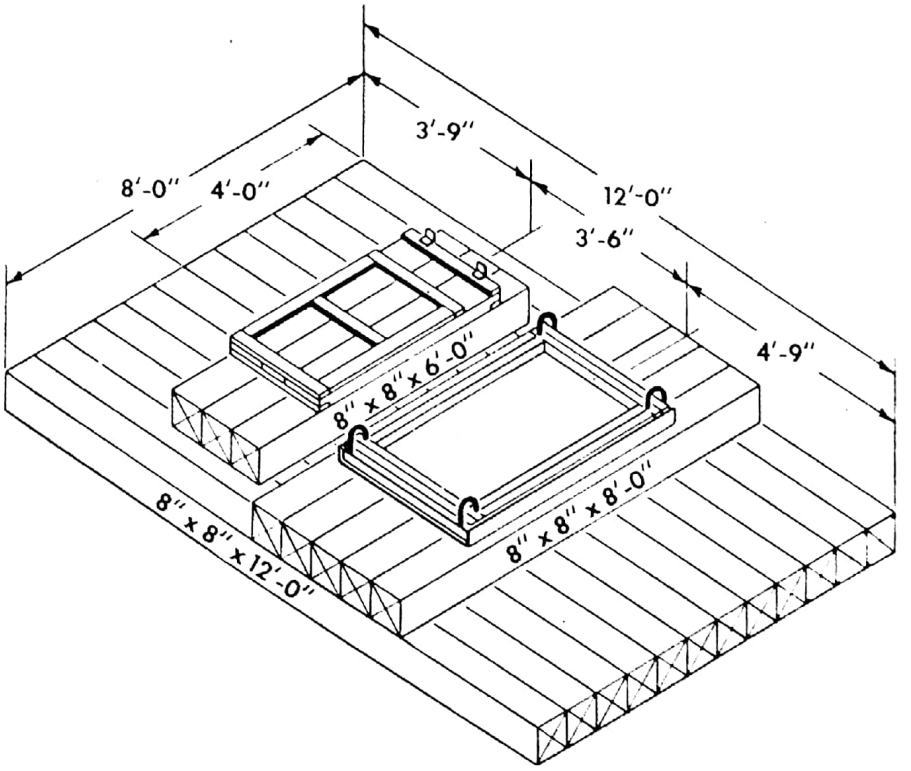


Fig 8-7. Fundação Tipo 6, construída com material da equipagem

Digitalizado com CamScanner

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
2''	0,050
6''	0,150
8''	0,200
1'-3''	0,381
2'-3''	0,685
4'-6''	1,370
12'	3,658

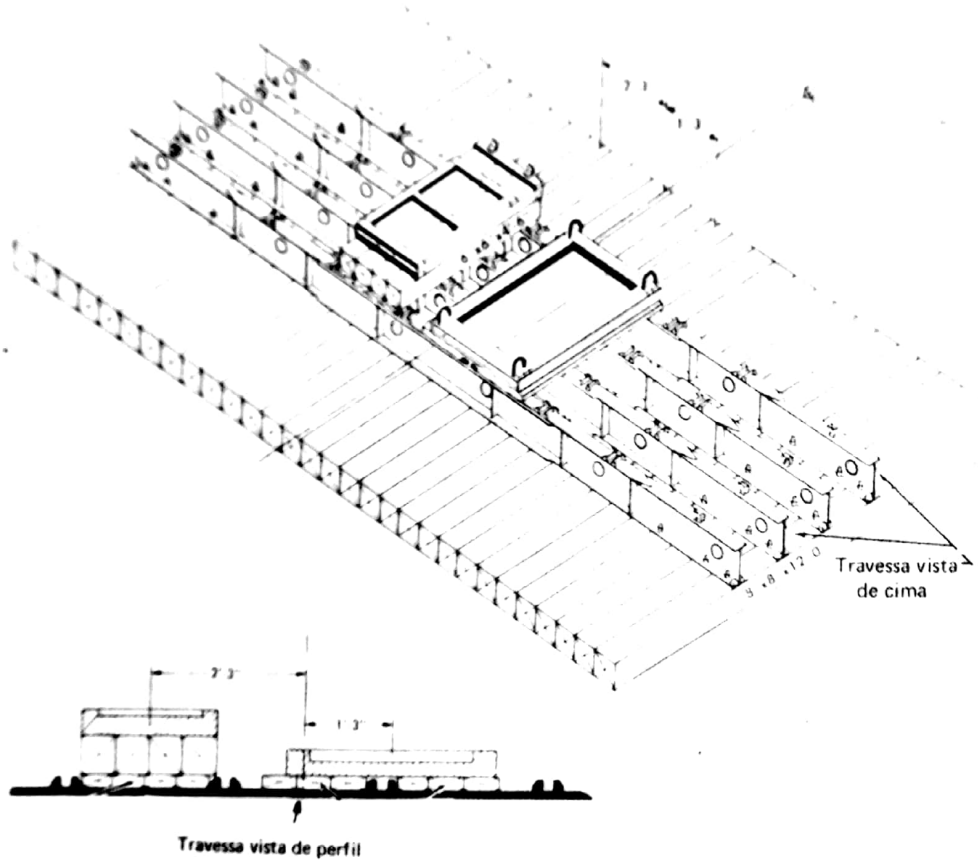


Fig 8-8. Fundação Tipo 7, construída com material alheio à equipagem

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
8''	0,200
2'-9''	0,838
3'-3''	0,990
5'-6''	1,676
10'	3,048
15'	4,572

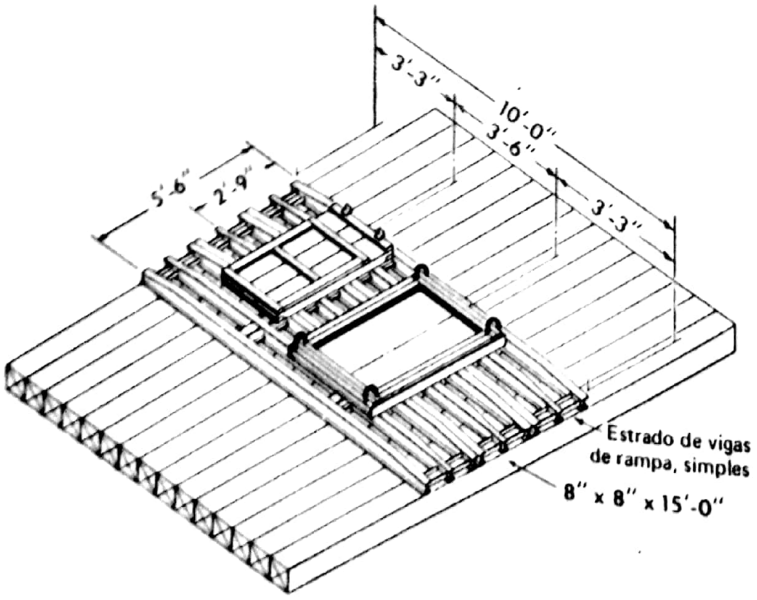


Fig 8-9. Fundação Tipo 8, construída com material alheio à equipagem

Digitalizado com CamScanner

(3) Fundações não padronizadas — também é possível empregar outro tipo de madeirame esquadriado na construção das fundações. Entretanto, deve-se evitar o emprego de peças de menor espessura que as padronizadas ou madeira mal serrada, o que resulta freqüentemente em escoramento irregular e oscilante.

c. Escolha da fundação

(1) Escolha do tipo de fundação

(a) É função da carga da ponte, da capacidade de sustentação do solo e da própria capacidade dos diversos tipos de fundação.

(b) Sempre que possível, o tipo escolhido deve comportar eventual reforçamento da ponte, para que não haja necessidade de sua troca, que é um trabalho difícil e demorado. A escolha é feita com o emprego da Tabela 7-2.

(2) Carga sobre a fundação — a Tabela 8-1 mostra as cargas sobre a fundação de cada rolete de lançamento e placa-base. Observar que, em algumas pontes, a reação no rolete de lançamento é maior que na placa-base.

(3) Capacidade de sustentação do solo

(a) A Tabela 8-2 dá a pressão em toneladas por metro quadrado que os diversos solos podem suportar com segurança. Uma avaliação cuidadosa da natureza do solo é essencial para evitar acidentes nas fundações.

(b) Observa-se que o poder de sustentação dos solos arenosos ou de cascalhos aumenta quando a fundação é enterrada de modo a se acomodar a 50 cm ou mais abaixo da superfície do terreno.

ARTIGO II

OUTROS APOIOS

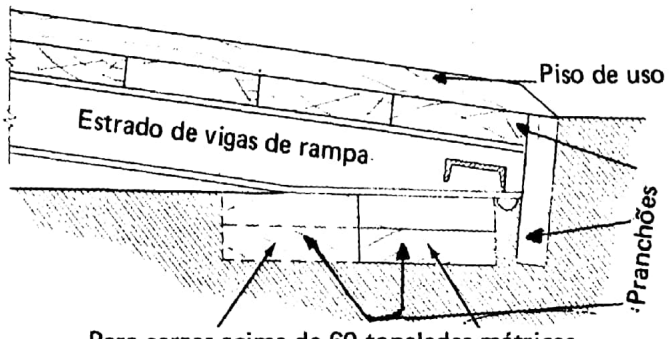
8-2. APOIOS PARA RAMPAS

(1) Com apoio na parte média, as extremidades das rampas suportam cerca de um quarto do peso dos carros de combate. Caso não haja o apoio descrito, a extremidade da rampa suporta cerca de quatro décimos do peso do mesmo carro.

(2) Um ou dois pranchões, lado a lado, são colocados em duas camadas sob a extremidades chanfrada da rampa, a fim de fornecer a área de apoio necessário, que pode ser ampliada com emprego de estrados de passadeira sob os pranchões.

(3) Nas pontes de classes iguais ou menores que 61 t (67 Sh Ton), em terrenos capazes de suportar 20 toneladas por metro quadrado, são suficientes dois pranchões sob a extremidade chanfrada da rampa. Para pontes de maior capacidade, utilizam-se quatro pranchões (Fig 8-10).

(4) Um pranchão colocado de cutelo, na extremidade da rampa, atua como batente, de forma que o acesso possa ser feito ao nível do tabuleiro.



Para cargas acima de 60 toneladas métricas, quatro pranchões e, para cargas inferiores, dois pranchões junto ao batente

Fig 8-10. Suporte, batente e piso da rampa

b. Apoios a meio vão das rampas

(1) Nas pontes para cargas iguais ou superiores a 40 t (45 Sh Ton) cada rampa deve ser apoiada no seu ponto médio, por meio de suportes e calços (Fig 8-11), que recebem metade do peso da carga. Nos solos capazes de suportar 20 toneladas por metro quadrado, basta colocar dois pranchões lado a lado, sob o suporte, para que haja área de distribuição suficiente, qualquer que seja a classe da ponte.

Digitalizado com CamScanner

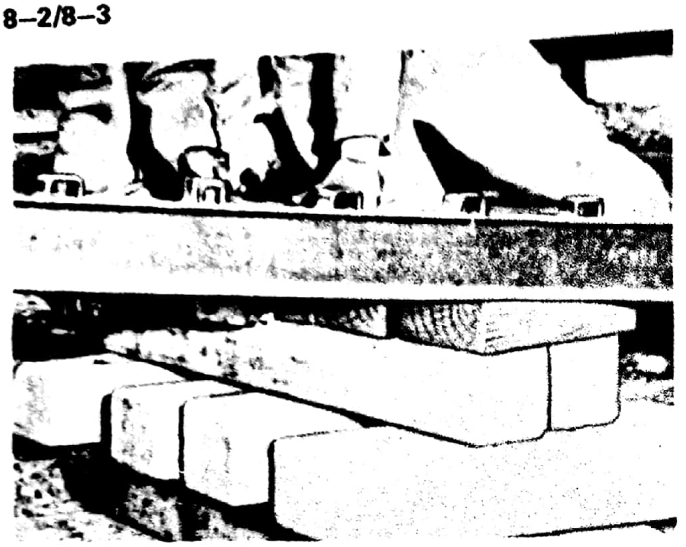
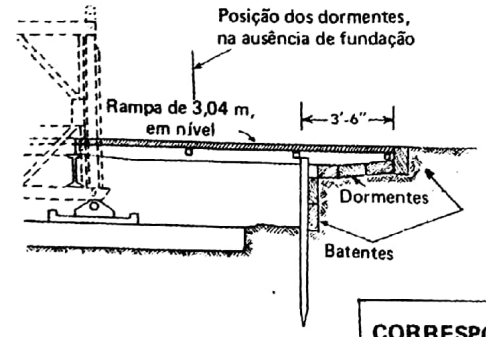


Fig 8-11. Madeira de fundação e cunhas sob o ponto médio da rampa para suportar cargas iguais ou superiores a 40 toneladas métricas

(2) Uma alternativa para cargas de 40 t (45 Sh Ton) ou superiores é nivelar, longitudinalmente, a rampa, mantendo no mínimo 1,0 m (3 1/2') dos estrados de viga de rampa apoiados sobre a soleira do batente (Fig 8-12).



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
3'-6"	1,067m

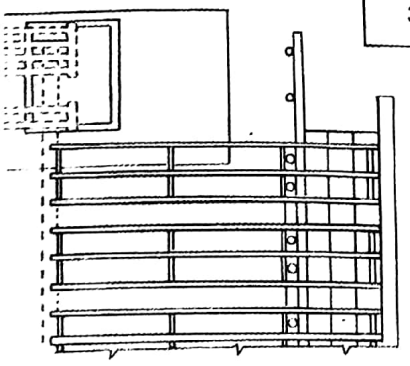


Fig 8-12. Rampa em nível para cargas iguais ou superiores a 40 toneladas métricas

c. Apoios para os pedestais de rampa

(1) Algumas vezes é necessário usar duas seções de rampa, para que sua inclinação não exceda de 10%; normalmente, esta situação ocorrerá quando a estrada de acesso à ponte estiver no mesmo nível da placa-base.

(2) A ligação das duas seções de rampa descansa sobre uma travessa suportada por quatro pedestais de rampa, espaçados conforme mostra a figura 8-13. Estes pedestais absorvem dois terços do peso de classe das viaturas que passam sobre eles e devem ser montados sobre fundações capazes de distribuir esta carga sobre o terreno.

(3) Três vigotas de 15 x 15 cm (6" x 6") e 1,47 m (4'-6") de comprimento, sob cada par de pedestais, asseguram área suficiente para distribuir 35 t (40 Sh Ton) sobre um solo capaz de sustentar 20 toneladas (métricas) por metro quadrado; para cargas mais pesadas, são colocados três pranchões, lado a lado, sob o madeiramento.

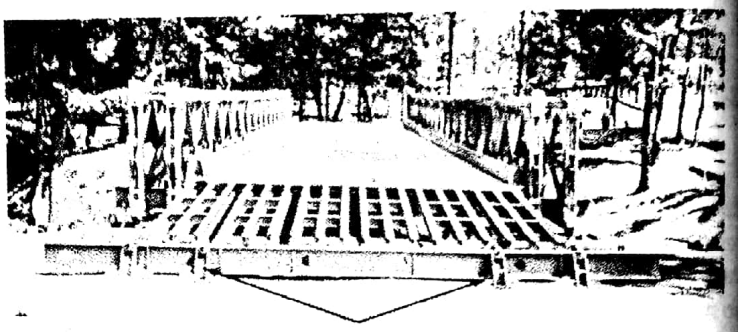


Fig 8-13. Posição dos pedestais de rampa em uma rampa de duas seções

8-3. APOIOS PARA AS TRAVESSAS DAS EXTREMIDADES

Para cargas iguais ou superiores a 35 t (40 Sh Ton), colocam-se apoios e calços no ponto médio da travessa terminal (Fig 8-14).

a. Este apoio suporta quatro décimos do peso do carro de combate mais pesado que passar sobre ele, e a área de sua base deve ter dimensões suficientes para distribuir a carga sobre o terreno, sem exceder o limite de sustentação do solo.

b. Sete vigotas de 15 x 15 cm (6" x 6") por 1,47 m (4'-6") de comprimento, colocadas lado a lado, fornecem área suficiente para todas as cargas sobre solos que suportam 20 toneladas (métricas) por metro quadrado.

Digitalizado com CamScanner

ARTIGO III

CÁLCULO DAS FUNDAÇÕES

8-4. CÁLCULO DAS ÁREAS DAS FUNDAÇÕES

a. Generalidades – a fim de possibilitar uma perfeita distribuição das cargas transmitidas às sapatas dos roletes e à placa-base, por vezes é necessária a construção de uma fundação sob peças, para atender à taxa de resistência do solo à compressão.

b. Cálculo da área de fundação necessária

(1) Área necessária sob as sapatas dos roletes de lançamento

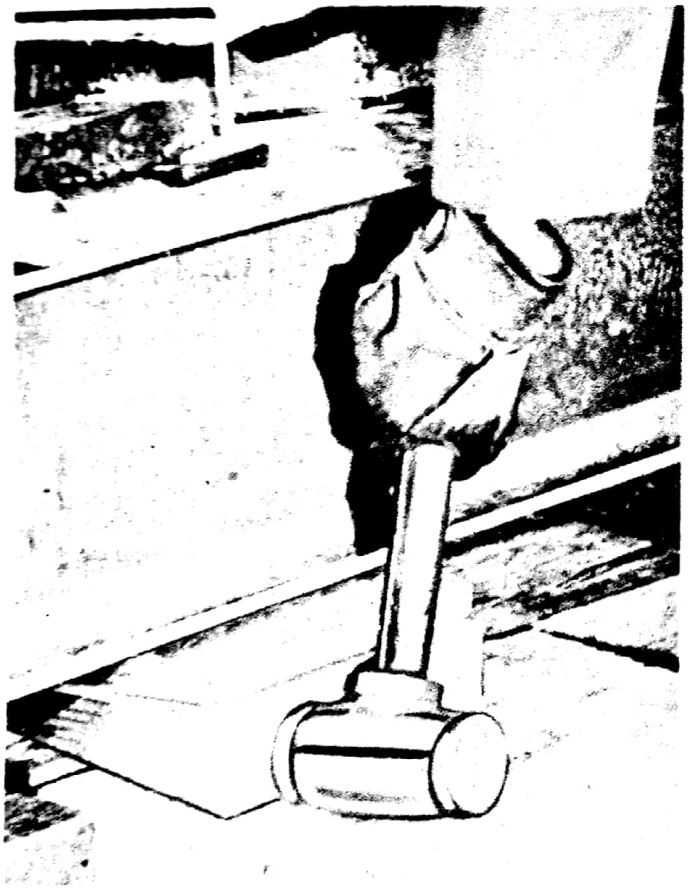


Fig 8-14. Fundação e cunhas no centro das travessas extremas para suportar cargas iguais ou superiores a 35 toneladas métricas

(a) Primeira margem

Há uma posição, durante o lançamento da ponte, em que todo o seu peso é suportado apenas pelos roletes de lançamento da primeira margem.

– O problema, então, consiste em se determinar o peso de lançamento da ponte nessa posição de equilíbrio, e dividi-lo por 2, pois este se distribui igualmente pelas duas sapatas (uma de cada lado do eixo da ponte).

– Dividir este resultado pela taxa de resistência do solo à compressão e obter assim a área necessária ao suporte daquela carga, na primeira margem.

– Comparar essa área com a área das sapatas dos roletes de lançamento (0,75 m^2) e verificar se há ou não necessidade de fundações.

(b) Segunda margem

– Raciocinando da mesma maneira, neste caso, o fator variável é apenas a carga a ser suportada, que passou a ser igual ao peso de lançamento dividido por 4.

– No mais, o raciocínio é idêntico ao anterior.

– Verificar, apenas, se o solo, nas duas margens, é o mesmo, pois, se não for, a taxa de resistência do solo à compressão será diferente.

(c) Resumo

– **Primeira margem**

– $Ct = \frac{P_{lanç}}{2}$

– $A_{nec} = \frac{Ct}{Tx\ Resist}$

– Comparar a A_{nec} com a A_{sap}

– **Segunda margem**

– $Ct = \frac{P_{lanç}}{4}$

– $A_{nec} = \frac{Ct}{Tx\ Resist}$

– Comparar a A_{nec} com a A_{sap}

(d) Convenções

Ct. . . Carga total a ser suportada pelas sapatas dos roletes de lançamento.

$P_{lanç}$ . . . Peso de lançamento da ponte (Tab 1-1). Peso da estrutura da ponte quando ela é empurrada sobre o vão. É a soma dos pesos das seções da ponte, mais a soma dos pesos das seções do nariz de lançamento.

A_{nec} . . . Área necessária ao suporte da carga total.

Tx Resist. . . Taxa de resistência do solo à compressão.

A_{sap} . . . Área da sapata.

(2) Área necessária sob os berços da ponte (sob a placa-base)

(a) Para podermos calcular essa área, há necessidade de sabermos quais os esforços a que está submetida a ponte.

Digitalizado com CamScanner

(b) A carga total (Ct), a que estarão submetidos os encontros, será igual à soma do peso da ponte (P_p), mais a carga móvel (C_m), mais a carga de impacto (C_i).

$$C_t = P_p + C_m + C_i$$

— Peso da ponte — soma dos pesos das seções da ponte (Tab 1-1)

— Carga móvel — peso-classe da viatura mais pesada que atravessará a ponte, ou a classe da ponte (Tab 3-8)

— Carga de impacto — resultante da entrada da viatura na ponte, o que ocasiona, sobre a estrutura, uma carga adicional, igual a 1/4 da carga móvel.

(c) Face ao exposto, teríamos:

$$C_t = P_p + C_m + C_i, \text{ ou}$$

$$C_t = P_p + C_m + \frac{C_m}{4}$$

(d) Na situação focalizada a ponte se encontra apoiada em quatro pontos, pelos quais o peso próprio se distribuirá; a carga móvel se fará sentir, na hipótese, distribuída em dois pontos, o mesmo acontecendo com a carga de impacto. Então, para cada um desses pontos de apoio, o esforço será:

$$C_t = \frac{P_p}{4} + \frac{C_m}{2} + \frac{C_i}{2}, \text{ ou}$$

$$C_t = \frac{P_p}{4} + \frac{C_m}{2} + \frac{\frac{C_m}{4}}{2}, \text{ ou}$$

$$C_t = \frac{P_p}{4} + \frac{C_m}{2} + \frac{C_m}{8}, \text{ ou ainda:}$$

$$C_t = \frac{P_p}{4} + \frac{5C_m}{8}$$

(e) Como a carga móvel e a classe da ponte possuem uma correlação bastante aproximada, a fórmula anterior pode ser expressa também sob a forma:

$$C_t = \frac{P_p}{4} + \frac{5\ Cl\ Pnt}{8}$$

(f) Para determinar a área necessária para as fundações e a necessidade ou não de sapatas, agir como no cálculo das áreas das sapatas dos roletes de lançamento.

(3) Área de apoio das peças de madeira para fundação.

(a) Uma equipagem de pontes de painéis, tipo Bailey M2, possui cento e quatorze dessas peças, as quais têm as seguintes dimensões: 0,15 x 0,15 x 1,40 m; portanto, possuem 0,2 m² de área de apoio.

(b) Caso as sapatas não ofereçam área de apoio suficiente para a perfeita distribuição da carga total, calculam-se quantas peças de madeira esquadriada para a fundação serão necessárias sob as sapatas, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Nr de peças} = \frac{A_{nec}}{\text{Área de apoio de cada peça,}} \text{ ou}$$

$$\text{Nr de peças} = \frac{A_{nec}}{0{,}20\ m^2}$$

(c) No caso de ser necessária a fundação, é normal colocá-la dentro de um caixão, cavado no solo.

(d) Com tal procedimento, evita-se o deslocamento das peças de madeira, e não se aumenta a altura dos topos dos roletes e da mesa inferior dos painéis, acima do solo.

8-5. ÁREAS DE APOIO DAS PEÇAS DA EQUIPAGEM

Áreas, aproximadas, das principais peças da equipagem de pontes Bailey, que usamos para suportar determinados esforços, ou que podemos usar como fundações:

a. **Berço da ponte** . . . . . 0,20 m²
b. **Peças de fundação**
   6" x 6" x 4'-6" (0,15 x 0,15 x 1,40 m) . 0,20 m²
   8" x 8" x 12' (0,20 x 0,20 x 3,60 m) . . 0,70 m²
   8" x 8" x 15' (0,20 x 0,20 x 4,50 m) . . 0,90 m²
c. **Pedestal de rampa** (área dos quatro) . . . 1,00 m²
d. **Placa-base** . . . . . 1,20 m²
e. **Pranchão** . . . . . 0,85 m²
f. **Rolete de montagem, sem sapata** . . . . . 0,20 m²
g. **Sapata do rolete de lançamento** . . . . . 0,75 m²
h. **Sapata do rolete de montagem** . . . . . 0,40 m²

Digitalizado com CamScanner

Tab 8-1. Reações máximas, em toneladas, das placas-base e dos roletes de lançamento sobre as fundações, em cada apoio

TIPO	VÃO EM PÉS	30	40	50	60	70	80	90	100	–	–
SS	Classe da ponte (com segurança)	40 (36)	32 (29)	28 (25)	25 (23)	22 (20)	18 (16)	13 (12)	10 (09)	–	–
	Classe da ponte (com precaução)	55 (50)	45 (40)	38 (34)	35 (31)	31 (28)	23 (21)	19 (17)	13 (12)	–	–
	Reação na placa-base – (1)	31 (28)	26 (23)	24 (22)	22 (20)	21 (19)	18 (16)	17 (15)	15 (13)	–	–
	Reação no rolete de lançamento – (2)	6 (5)	7 (6)	9 (8)	11 (10)	13 (12)	14 (13)	16 (14)	14 (13)	–	–
	VÃO EM PÉS	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100**	**110**	**120**	**130**	**140**
DS	Classe da ponte (com segurança)	80 (72)	67 (61)	64 (58)	51 (46)	44 (40)	31 (28)	23 (21)	18 (16)	13 (12)	10 (09)
	Classe da ponte (com precaução)	100 (90)	84 (76)	80 (72)	64 (58)	55 (50)	40 (36)	34 (31)	23 (21)	19 (17)	13 (11)
	Reação na placa-base – (1)	56 (51)	48 (43)	45 (40)	39 (35)	35 (31)	30 (27)	27 (24)	23 (21)	22 (20)	20 (18)
	Reação no rolete de lançamento – (2)	10 (09)	13 (12)	14 (13)	17 (15)	19 (17)	20 (18)	23 (21)	25 (23)	27 (24)	24 (22)
	VÃO EM PÉS	**80**	**90**	**100**	**110**	**120**	**130**	**140**	**150**	**160**	–
TS	Classe da ponte (com segurança)	80 (72)	62 (56)	52 (47)	34 (31)	23 (21)	18 (16)	13 (12)	10 (09)	–	–
	Classe da ponte (com precaução)	100 (90)	78 (70)	65 (59)	50 (45)	43 (39)	32 (29)	23 (21)	19 (17)	13 (12)	–
	Reação na placa-base – (1)	59 (53)	50 (45)	44 (40)	38 (34)	34 (31)	31 (28)	27 (24)	26 (24)	25 (23)	–
	Reação no rolete de lançamento – (2)	19 (17)	22 (20)	24 (22)	26 (24)	28 (25)	30 (27)	33 (30)	30 (27)	30 (27)	–
	VÃO EM PÉS	**100**	**110**	**120**	**130**	**140**	**150**	**160**	**170**	**180**	–
DD	Classe da ponte (com segurança)	75 (68)	64 (58)	50 (45)	40 (36)	31 (28)	23 (21)	19 (17)	13 (12)	10 (09)	–
	Classe da ponte (com precaução)	94 (85)	80 (72)	63 (57)	51 (46)	44 (40)	32 (29)	29 (26)	19 (17)	13 (12)	–
	Reação na placa-base – (1)	60 (54)	53 (48)	47 (43)	42 (38)	39 (35)	35 (31)	35 (31)	32 (29)	30 (27)	–
	Reação no rolete de lançamento – (2)	27 (24)	30 (27)	32 (29)	35 (31)	38 (34)	41 (37)	38 (34)	41 (37)	38 (34)	–
	VÃO EM PÉS	**110**	**120**	**130**	**140**	**150**	**160**	**170**	**180**	**190**	–
TD	Classe da ponte (com segurança)	80 (72)	70 (63)	57 (52)	48 (43)	40 (36)	31 (28)	23 (21)	18 (16)	12 (11)	–
	Classe da ponte (com precaução)	100 (90)	88 (80)	75 (68)	61 (55)	50 (45)	43 (39)	31 (28)	23 (21)	16 (14)	–
	Reação na placa-base – (1)	68 (61)	62 (56)	57 (52)	53 (48)	49 (44)	48 (43)	44 (40)	42 (38)	40 (36)	–
	Reação no rolete de lançamento – (2)	36 (33)	40 (36)	43 (39)	47 (42)	50 (45)	51 (46)	49 (44)	47 (42)	46 (42)	–
	VÃO EM PÉS	**130**	**140**	**150**	**160**	**170**	**180**	**190**	**200**	**210**	–
DT	Classe da ponte (com segurança)	80 (72)	67 (61)	65 (59)	56 (51)	50 (45)	40 (36)	31 (28)	23 (21)	18 (16)	–
	Classe da ponte (com precaução)	100 (90)	87 (79)	81 (73)	70 (63)	63 (57)	50 (45)	44 (40)	31 (28)	23 (21)	–
	Reação na placa-base – (1)	73 (66)	67 (61)	66 (60)	64 (58)	63 (57)	60 (54)	58 (52)	54 (49)	51 (46)	–
	Reação no rolete de lançamento – (2)	48 (43)	51 (46)	55 (50)	59 (53)	60 (54)	60 (54)	57 (52)	56 (51)	56 (51)	–
	VÃO EM PÉS	**170**	**180**	**190**	**200**	**210**	–	–	–	–	–
TT	Classe da ponte (com segurança)	70 (63)	57 (52)	50 (45)	40 (36)	29 (26)	–	–	–	–	–
	Classe da ponte (com precaução)	88 (80)	75 (68)	64 (58)	50 (45)	36 (33)	–	–	–	–	–
	Reação na placa-base – (1)	85 (77)	82 (74)	78 (71)	75 (68)	69 (62)	–	–	–	–	–
	Reação no rolete de lançamento – (2)	60 (54)	60 (54)	60 (54)	60 (54)	60 (54)	–	–	–	–	–

OBSERVAÇÕES – (1) Inclui o peso das passadeiras de pedestres, rampas, berços e placas-base. Presume-se que a viatura trafegue com precaução, pelo eixo da ponte.
(2) Inclui o peso dos roletes de lançamento, berços e respectivas sapatas. Os cálculos consideram omitidas as passadeiras de pedestres.
– O valor fora dos parênteses dá a reação máxima em toneladas curtas (Sh Ton).
– O valor dentro dos parênteses dá a reação máxima em toneladas (t).

Digitalizado com CamScanner

Tab 8-2. Taxa de resistência do solo à compressão

TIPO DO SOLO	CONDIÇÕES	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO
Terra pulverulenta; areias muito finas, argila, lama, lodo ou mistura dos anteriores com pequenas pedras	Mole, não consolidável, alta porcentagem de barro	5 t/m^2
	Firme, parcialmente consolidado, quantidade média de lama	20 t/m^2
	Resistente, bem consolidado, pequena mistura de barro (fendido quando seco)	40 t/m^2
Areia bem graduada; combinação de argila e areia	Solto	15 t/m^2
	Solto a compacto	25 t/m^2
	Compacto	50 t/m^2
Cascalho ou mistura de cascalho com areia, argila ou barro	Solto	20 t/m^2
	Solto a compacto	30 t/m^2
	Compacto	50 t/m^2
	Cimentado de areia e cascalho	80 t/m^2
Rocha	Qualidade pobre, esfarinhável	50 t/m^2
	Boa qualidade, dura e sólida	100 t/m^2

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 9

MONTAGEM DAS PONTES DE ANDAR SIMPLES

ARTIGO I

GENERALIDADES

9-1. ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE TRABALHO

A disposição do material no canteiro de trabalho e a colocação dos roletes e fundações foram tratados nos capítulos 7 e 8.

9-2. FUNDAÇÕES

Após a decisão sobre o comprimento e o tipo da ponte, procede-se à escolha da fundação, de acordo com o que foi visto no Capítulo 8.

9-3. MÉTODOS DE LANÇAMENTO

a. Método normal — a ponte de painéis é, normalmente, lançada pelo método "em balanço com nariz de lançamento". Este processo é, geralmente, o mais fácil e o mais rápido. A ponte é montada em uma das margens e empurrada sobre o vão com peso à retaguarda suficiente para equilibrar a parte em balanço e evitar sua queda na brecha. O nariz de lançamento, colocado à frente da ponte, permite que a estrutura atinga a segunda margem. Para isso é essencial que o peso da ponte seja compensado, durante o lançamento, e que o nariz seja montado com um número e tipo de seções adequados, conforme será explanado no Parágrafo 9-7.

b. Métodos especiais — diversas restrições podem impedir o lançamento normal da ponte, exigindo processos especiais de montagem, descritos em outros capítulos.

9-4. MÉTODOS DE MONTAGEM

As pontes de andar simples são montadas e lançadas, normalmente, apenas com recursos humanos; elas podem ser completamente montadas sobre os roletes e em seguida lançadas; ou então, a ponte e o nariz podem ir sendo empurrados sobre o vão, após a montagem de cada duas seções. O presente manual não apresenta o método de construção da ponte simples-simples por ser similar ao da ponte dupla-simples.

ARTIGO II

NARIZ DE LANÇAMENTO

9-5. COMPOSIÇÃO

a. Descrição — o nariz de lançamento (Fig 9-1) consiste de painéis, travessas, escoras, contraventamentos diagonais e, quando necessário, engates de elevação do nariz de lançamento. Ele não possui estrados de vigas de tabuleiro, no tabuleiro propriamente dito. Uma travessa com braçadeiras e escoras é colocada junto ao montante dianteiro de cada painel. Todas as seções do nariz de lançamento, exceto a primeira, possuem contraventamentos diagonais.

Digitalizado com CamScanner

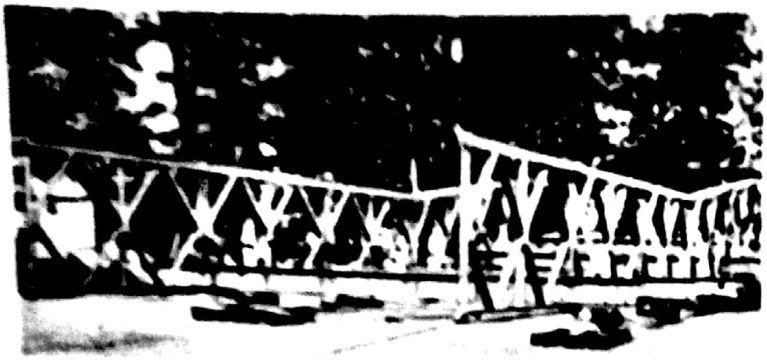


Fig 9-1. Nariz de lançamento

b. Montagem – o número e os tipos de seções usadas no nariz dependem do comprimento e do tipo da ponte. A composição do nariz (para as várias situações) é dada nas tabelas 9-1 até 9-3. Estas tabelas devem ser rigorosamente obedecidas.

9-6. ENGATES DE ELEVAÇÃO DO NARIZ DE LANÇAMENTO (Tab 9-4)

a. Emprego

(1) O nariz tende a se deformar quando está em balanço sobre o vão. O abaixamento aproximado do nariz, em sua extremidade, quando alcança a segunda margem, é mostrado nas tabelas 9-1 a 9-3.

(2) Para compensar esta deformação, são usados engates de elevação do nariz de lançamento (Fig 9-2), que aumentam o cumprimento das mesas inferiores do nariz, de 19,1 cm (7 1/2"), elevando sua extremidade de 34,3 cm (13 1/2"), por cada seção de construção à sua frente.

(3) Uma vez que os engates não devem ser inseridos com mais de quatro seções do nariz à sua frente, o comprimento máximo da elevação que pode ser obtida com um par de engates é de cerca de 1,37 m (54").

(4) Se for necessária uma elevação maior, pode ser usado um par de engates adicional entre o par original e a extremidade do nariz; a sua localização exata depende da elevação requerida.

(5) A Tabela 9-4 dá a elevação vertical que pode ser obtida, usando-se um ou mais pares de engates. A elevação máxima obtida, quando se utilizam os engates, é de, aproximadamente, 2,40 m (94 1/2").

(6) Quando se calculam o número e a posição dos engates, acrescenta-se 15,24 cm (6"), por segurança, ao valor do abaixamento encontrado.

b. Encontros da segunda margem mais altos ou no mesmo nível que os da primeira – quando isto acontece, os engates de elevação do nariz de lançamento devem ser usados para compensar o desnível, e os topos de todos os roletes devem estar no mesmo plano. Se for necessário, calços e guinchos devem ser usados para impedir que a ponte deslize para trás.

c. Encontros da segunda margem mais baixos que os da primeira – neste caso, os engates de elevação do nariz são necessários se a inclinação é tamanha que obrigue o uso de calços e guinchos na primeira margem, para evitar que a ponte deslize para a frente e caia na brecha, quando o seu centro de gravidade ultrapassa os roletes de lançamento.

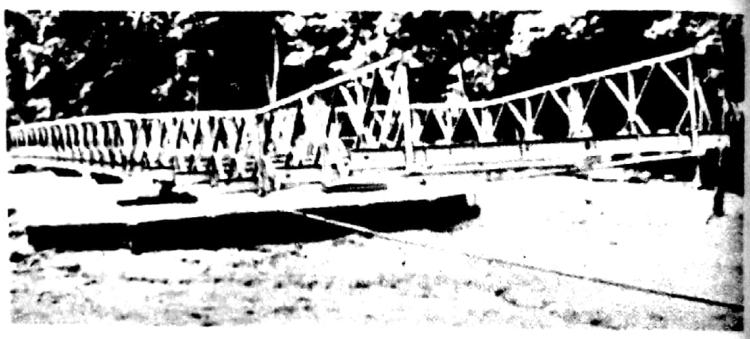


Fig 9-2. Efeito do emprego do engate de elevação do nariz de lançamento

d. Exemplo de situação que requer o emprego de engates de elevação do nariz de lançamento

(1) Dados

Uma ponte de 48,77 m (160'), tipo TS, cujo abaixamento na ponta do nariz de lançamento é de 1,96 m (77") nas proximidades da segunda margem (Tab 9-3); ambas as margens no mesmo nível.

(2) Problemas

Há necessidade de engates de nariz de lançamento? Em caso afirmativo, a que distância eles devem ser colocados da extremidade do nariz?

(3) Solução

– De acordo com a letra "a" anterior, são necessários engates para compensar o abaixamento da ponte.

– Acrescentando-se 15,24 cm (6"), como segurança, a 1,96 m (77") do abaixamento, temos 2,11 m (83"); entrando com este valor na Tabela 9-4, verifica-se a necessidade de usar um par de engates a 9,14 m (30') e outro a 12,19 m (40') da extremidade do nariz de lançamento.

Digitalizado com CamScanner

ARTIGO III

MONTAGEM DA PONTE DUPLA-SIMPLES

9-7. NARIZ DE LANÇAMENTO

Após a colocação das fundações, dos berços e roletes de lançamento, para a montagem do nariz de lançamento deve-se:

a. Colocar dois painéis (extremidades fêmeas para a frente) sobre o terreno, logo atrás dos roletes de lançamento; prender uma travessa, com braçadeiras, atrás do montante dianteiro do painel; fixar escoras à travessa e ao painel, com parafusos de contraventamento; colocar um par de roletes de montagem, a 5,08 cm (2') abaixo do plano dos topos dos roletes de lançamento e a 3,81 m (2 1/2') à sua retaguarda. Estes roletes, utilizados como roletes auxiliares, também evitam que os engates de elevação do nariz de lançamento batam no chão. Colocar a parte posterior do primeiro painel sobre roletes de montagem (Fig 9-3).

b. Ligar a segunda seção (Fig 9-4), inserindo os pinos de painel com a ponta dirigida para o lado exterior da ponte, com a ranhura da cabeça do pino na horizontal (ver a treliça interna da Fig 9-14); prender uma travessa, com braçadeiras, junto ao montante dianteiro do segundo painel.

c. Colocar um par de contraventamentos diagonais na segunda seção da construção (Fig 9-8).

d. Erguer a extremidade dianteira do conjunto sobre os roletes de lançamento (fig 9-5) e travar o nariz com estacas de aço, através da mesa inferior e dos roletes (Fig 9-6). Uma alternativa, quando os roletes de lançamento estão em fundações de baixa altura, é montar a primeira seção no terreno, erguer a extremidade frontal da seção sobre roletes de lançamento (Fig 9-7) e travar o nariz com estacas; erguer a extremidade traseira e colocá-la sobre roletes de montagem auxiliares; acrescentar a segunda seção.

e. Se for necessário, colocar os engates de elevação do nariz de lançamento entre os painéis (Fig 9-9), conforme o determinado pelas condições do lançamento (ver o Parágrafo 9-6, para determinar o número de engates e a sua posição no nariz).

f. Continuar acrescentando painéis, travessas, contraventamentos diagonais e escoras em todas as seções, até que a estrutura do nariz esteja construída. Para verificar o comprimento do nariz necessário para cada vão, ver tabelas 9-1 a 9-3.

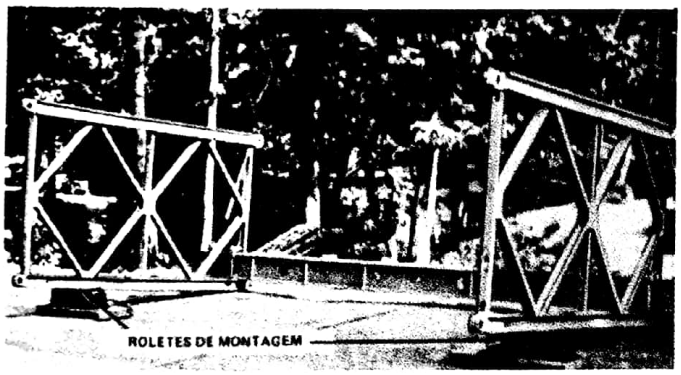


Fig 9-3. Primeira seção do nariz de lançamento apoiado sobre roletes de montagem

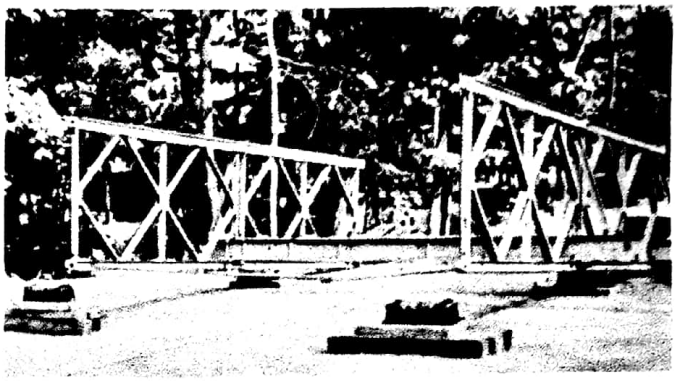


Fig 9-4. Segunda seção do nariz de lançamento

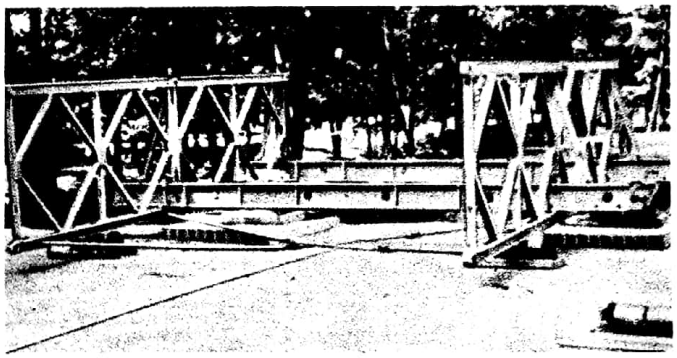


Fig 9-5. Segunda seção do nariz apoiada sobre roletes de lançamento

9-8. CONSTRUÇÃO DA PRIMEIRA SEÇÃO DA PONTE

Após a construção do nariz de lançamento, para montar-se a primeira seção da ponte, deve-se:

a. Unir dois painéis das treliças internas com a última seção do nariz (Fig 9-10); inserir os pinos de painel com as pontas voltadas para o lado externo da ponte e com as ranhuras na horizontal; colocar um rolete de travessa (caso seja fornecido com a equipagem) no topo da mesa inferior do painel (a cantoneira do fundo do rolete é encaixada sobre a flange do topo da mesa do painel, do

Digitalizado com CamScanner

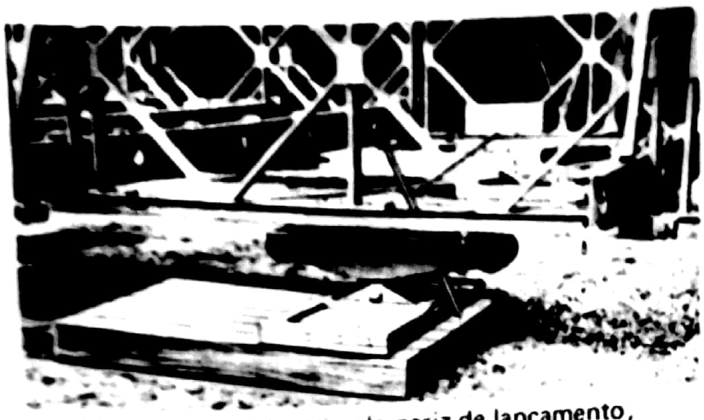


Fig 9-6. Parte dianteira do nariz de lançamento, mostrando um piquete de aço inserido no rolete para evitar movimento

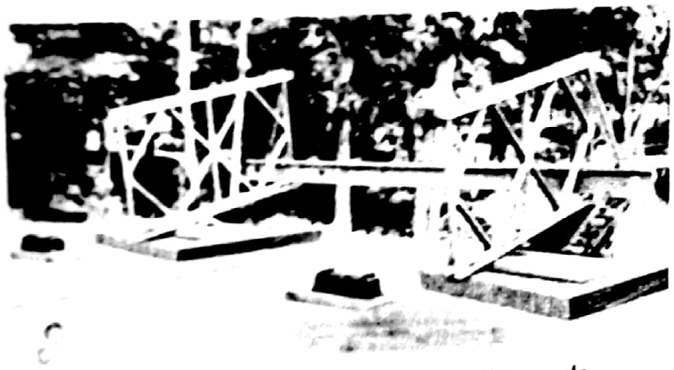


Fig 9-7. Método optativo para montagem do nariz de lançamento quando os roletes estão sobre fundação baixa

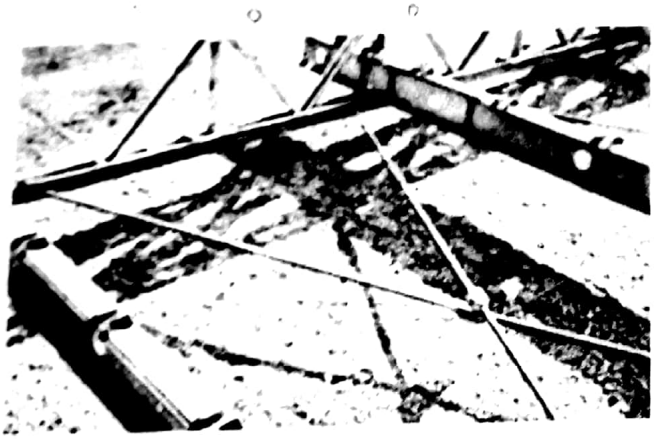


Fig 9-8. Contraventamentos diagonais na segunda seção do nariz de lançamento

lado pelo qual a travessa é inserida na estrutura, a fim de mantê-lo em posição); erguer a extremidade da travessa sobre o rolete e empurrá-la transversalmente até o meio da largura da ponte, onde dois homens devem guiá-la até seus assentos na mesa do painel; elevar a primeira extremidade da travessa, suficientemente, para retirar o rolete. A pri-

Fig 9-9. Colocação do pino para ligar o painel do nariz com os engates de elevação

meira travessa é colocada à frente do montante intermediário do painel e presa, frouxamente, com braçadeiras; colocar o rolete de travessa no próximo ponto de operação.

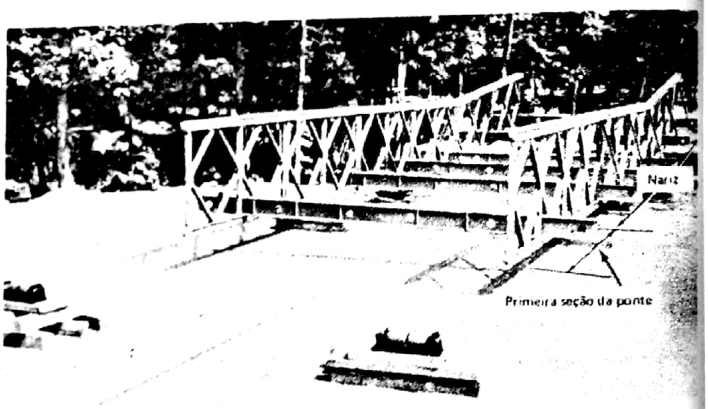


Fig 9-10. Painel interno da primeira seção da ponte dupla simples ligado ao nariz de lançamento

b. Acrescentar os painéis das treliças externas à primeira seção e prendê-los com braçadeiras de travessa (Fig 9-11).

c. Inserir a segunda travessa em frente ao montante traseiro e a terceira travessa atrás do montante dianteiro, ambas presas, frouxamente, com braçadeiras; fixar, sem apertar, as escoras à segunda travessa e os contraventamentos diagonais e quadros de contraventamento na primeira seção (Fig 9-12); os contraventamentos diagonais são colocados, por intermédio de seus pinos, com as extre-

Digitalizado com CamScanner

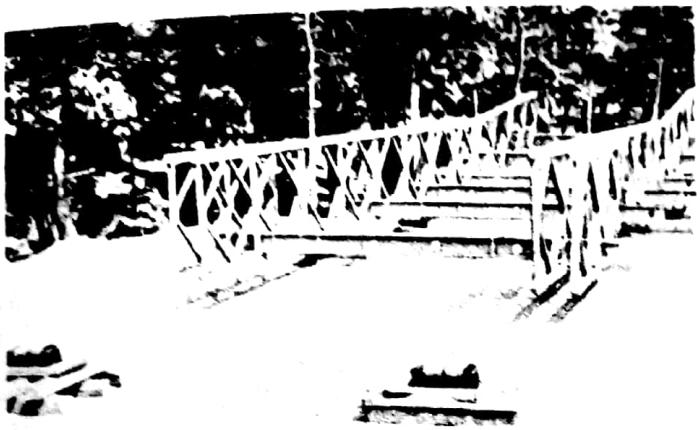


Fig 9-11. Painel externo da primeira seção da ponte dupla-simples

midades curtas presas do mesmo lado da ponte, de forma que ambos os tensores fiquem sob o mesmo estrado de vigas.

OBSERVAÇÃO — **todos os contraventamentos diagonais, braçadeiras de travessa, quadros de contraventamento, escoras e chapas de ligação de uma seção, devem ser apertadas frouxamente, até que todas as peças, exceto os estrados de vigas de tabuleiro da seção seguinte, estejam adaptados em seus lugares.**

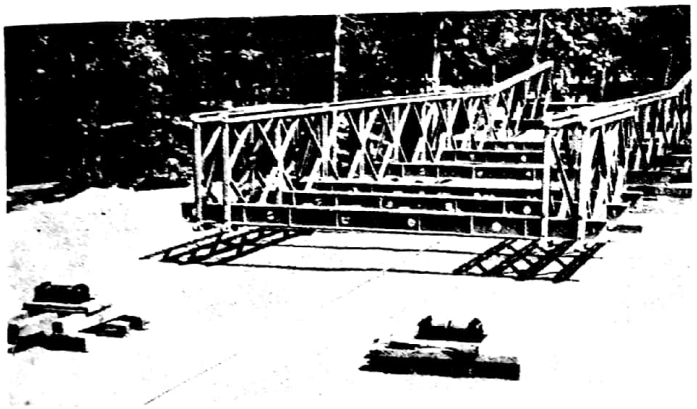


Fig 9-12. Primeira seção DS com contraventamento diagonal e travessas

d. Acrescentar os painéis da segunda seção (Fig 9-13); colocar as treliças externas com os pinos de painel voltados para o lado interno da ponte e as treliças internas com os pinos de painel voltados para o lado externo (Fig 9-14).

e. Colocar um pranchão no topo da travessa situada atrás do montante dianteiro na primeira seção e assentar os estrados de vigas (Fig 9-14 e 9-18); deixar o estrado de vigas situado sobre os tensores dos contraventamentos diagonais repousando de cutelo, até que os contraventamentos tenham sido apertados (Fig 9-18); após o lançamento

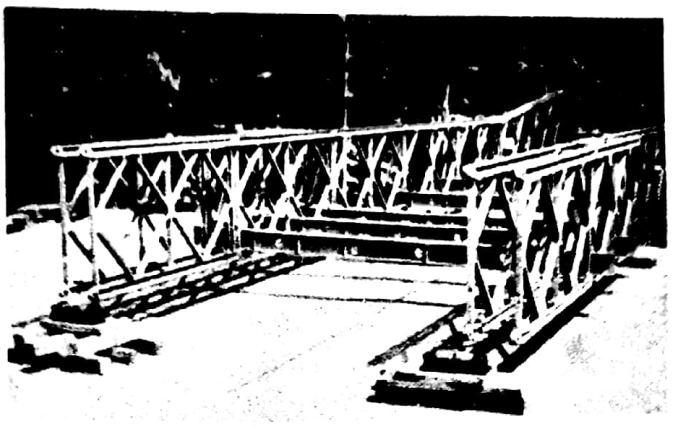


Fig 9-13. Primeira seção DS, vendo-se, também, os painéis da segunda seção

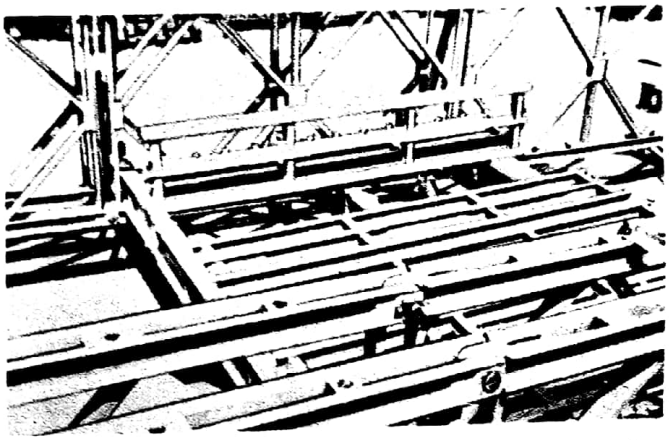


Fig 9-14. Estrados de viga colocados na primeira seção

da ponte e da colocação da travessa nos postes terminais, o pranchão que suspende os estrados de vigas de tabuleiro na primeira seção pode ser liberado com auxílio de pés de cabras, fazendo com que os estrados de viga de tabuleiro caiam na sua posição.

f. Colocar painéis da terceira seção e, simultaneamente, inserir as travessas na segunda, uma à frente do montante intermediário e outra à frente do montante traseiro (Fig 9-15).

g. Depois que as travessas forem colocadas na segunda seção, fixar, frouxamente, os contraventamentos diagonais, escoras e quadros de contraventamento (Fig 9-16); instalar as escoras apenas nas travessas colocadas nos montantes traseiros.

h. Apertar os contraventamentos da primeira seção.

9-9. CONSTRUÇÃO DAS DEMAIS SEÇÕES DA PONTE

a. Colocar os estrados de vigas de tabuleiro na segunda seção, deixando o que se encontra sobre os tensores de pé sobre a própria borda, até que os contraventamentos diagonais tenham sido apertados (Fig 9-20).

Digitalizado com CamScanner

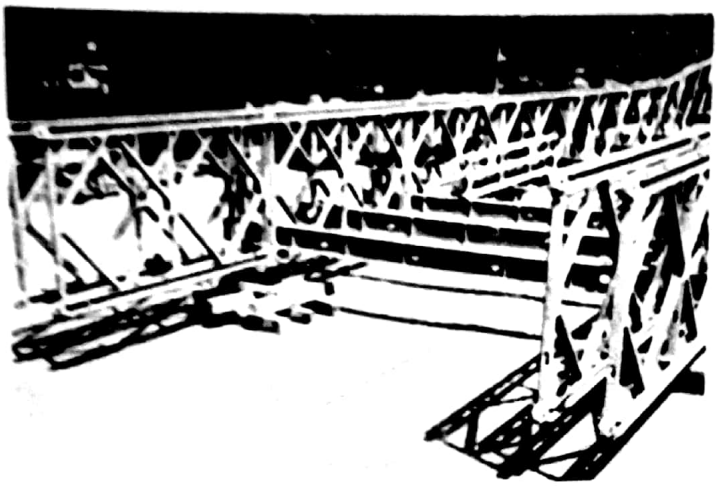


Fig 9-15. Vista da primeira seção, travessas da segunda e painéis da terceira

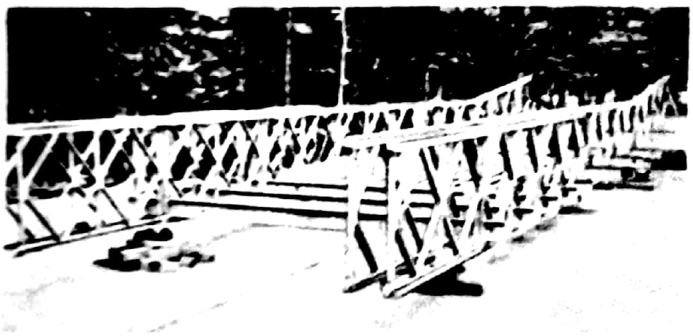


Fig 9-16. Ponte dupla-simples. Montados: na 1a. seção – contraventamentos diagonais, escoras e quadros de contraventamentos; na 2a. seção – somente os quadros de contraventamento

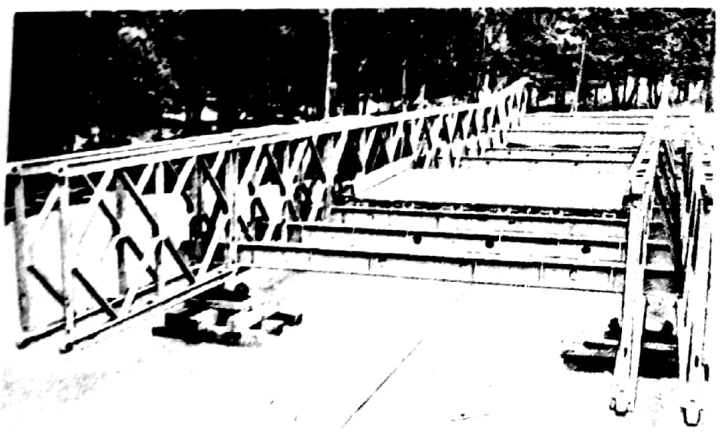


Fig 9-17. Ponte dupla-simples – 1a. seção terminada, contraventamentos apertados, seção coberta e rodapés assentados

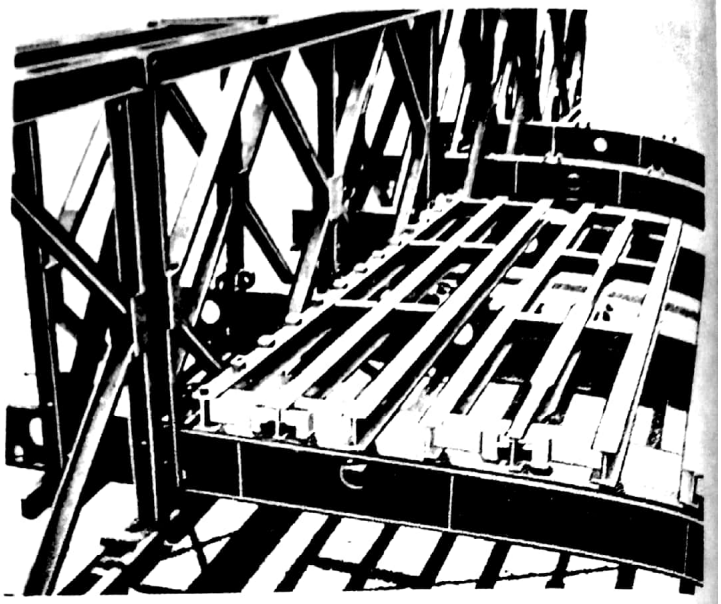


Fig 9-18. Travessa auxiliar suportando o pranchão que permite a introdução da travessa dos postes terminais

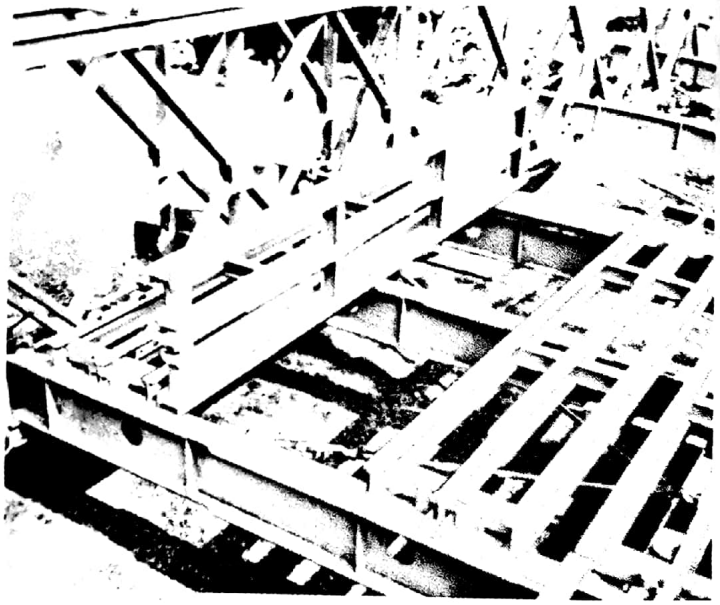


Fig 9-19. Remoção do estrado de vigas sobre os tensores dos contraventamentos diagonais para permitir seu aperto. Manter os contraventamentos diagonais de uma seção frouxos, enquanto se colocam os quadros de contraventamento da seção seguinte.

.b Colocar os painéis da quarta seção e, simultaneamente, inserir as travessas da terceira (Fig 9-21).

c. Colocar os contraventamentos na terceira seção; apertar os contraventamentos e colocar o tabuleiro na segunda (Fig 9-22).

d. Completar a seqüência, que é a mesma para o restante da ponte. Como todas as tarefas se processam ao

Digitalizado com CamScanner

mesmo tempo, a seqüência apresentada é usada para evitar tumulto entre os destacamentos de montagem e de transporte.

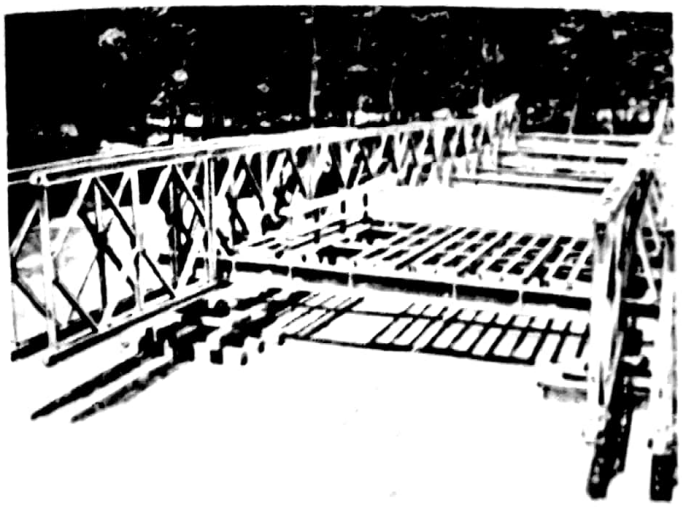


Fig 9-20. Colocação dos estrados de vigas remanescentes da segunda seção

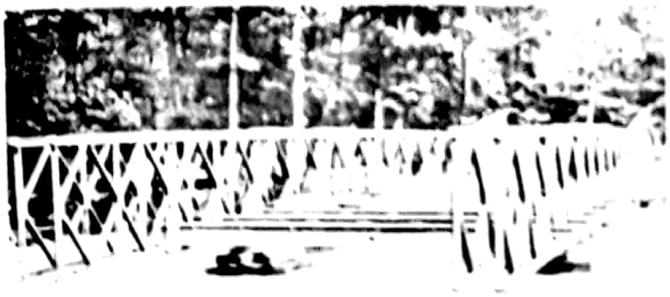


Fig 9-21. Montagem do restante da ponte DS — Colocação dos painéis da quarta seção e travessas da terceira

e. Normalmente, as passadeiras de pedestre não são usadas; contudo, quando há disponibilidade de tempo, homens e material, podem ser montadas antes do lançamento, pois é embaraçoso colocá-las (e seus suportes), após o lançamento da ponte. Os suportes de passadeira

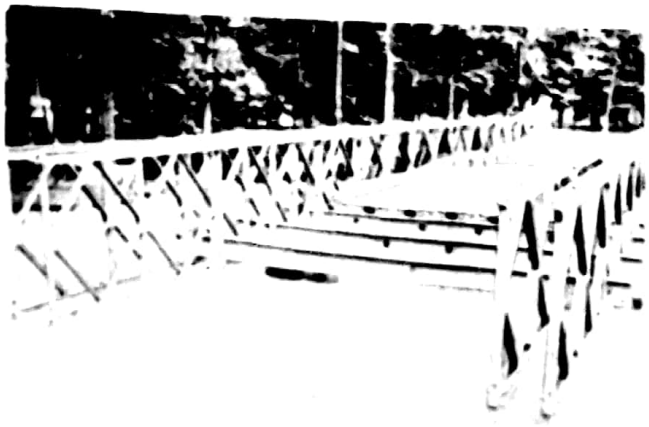


Fig 9-22. Prosseguimento da montagem da ponte DS — Colocação do contraventamento da terceira seção e aperto do da segunda
Colocação do tabuleiro da segunda secção

são presos a todas as travessas e se ajustam sobre e sob ressaltos especiais nelas soldados. As passadeiras de pedestres são guiadas por orelhas situadas em seus suportes (Fig 9-23), que também possuem encaixes nas extremidades para receber os postes de corrimão, os quais, por sua vez, têm olhais por onde são enfiados os cabos de corrimão. A Figura 9-23 mostra uma passadeira completa.

Fig 9-23. Passadeira de pedestre, completa

ARTIGO IV

MONTAGEM DA PONTE TRIPLA-SIMPLES

9-10. MÉTODOS DE MONTAGEM

Os métodos de montagem da ponte tripla-simples são similares aos da ponte dupla-simples. No entanto, a montagem da treliça externa de cada seção deve aguardar que a treliça média da seção seguinte seja colocada, de sorte que os pinos de painel possam ser inseridos nesta última. Nos postes terminais das treliças média e externa,

Digitalizado com CamScanner

devem ser usados pinos curtos, pois os de comprimento normal não se ajustam nessa posição.

9-11. NARIZ DE LANÇAMENTO

A montagem do nariz de lançamento da ponte TS é a mesma que a da ponte DS.

9-12. CONSTRUÇÃO DA PRIMEIRA SEÇÃO DA PONTE

a. Inicialmente, ligar dois painéis da treliça interna com a última unidade do nariz; inserir a primeira travessa à frente do montante intermediário e prendê-la, frouxamente, com braçadeiras (Fig 9-23,a).

b. Acrescentar os painéis da treliça média e mantê-los no lugar com braçadeiras de travessa (Fig 9-24, b).

c. Inserir a segunda travessa à frente do montante traseiro; fixar as escoras e colocar os quadros de contraventamento e os contraventamentos diagonais (Fig 9-24, c). A travessa situada atrás do montante dianteiro não é colocada até que a treliça externa tenha sido montada.

d. Colocar os painéis das treliças médias da segunda seção (Fig 9-24, d), que devem ser fixados antes dos painéis das treliças externas da primeira seção, de sorte a permitir a inserção dos pinos de painel.

e. Acrescentar os painéis das treliças externas à primeira seção; colocar a travessa da frente no montante vertical dianteiro da mesma seção; colocar os painéis das treliças internas da segunda seção (Fig 9-24, e).

f. Colocar o pranchão sobre a travessa descrita anteriormente e os estrados de vigas da primeira seção (Fig 9-24, f).

g. Colocar os painéis das treliças médias da terceira seção e, ao mesmo tempo, inserir travessas da segunda, uma à frente do montante intermediário e outra à frente do montante traseiro (Fig 9-24, g).

h. Colocar os contraventamentos na segunda seção, apertar os contraventamentos e cobrir o tabuleiro da primeira (Fig 9-24, h).

9-13. CONSTRUÇÃO DAS DEMAIS SEÇÕES DA PONTE

a. Colocar as treliças externas da segunda seção e ligá-las com as treliças médias por meio de chapas de ligação aparafusadas nos orifícios desocupados das escoras, na parte superior frontal dos montantes dianteiros dos painéis (Fig 9-25); colocar as treliças internas da terceira seção (Fig 9-26). As Figuras 9-27 e 9-28 mostram as posições dos pinos de painel na ponte TS.

b. Colocar os estrados de vigas na segunda seção, os painéis da treliça média da quarta seção e, ao mesmo tempo, as travessas na terceira (Fig 9-26).

c. Colocar os contraventamentos na terceira seção, apertar os contraventamentos e cobrir o tabuleiro da segunda seção (Fig 9-26).

d. A presente seqüência é obedecida para as demais seções da ponte.

e. Quando a ponte for destinada a cargas superiores à classe 70, tal como a TS de 80 pés de comprimento, são necessárias quatro travessas por seção. O procedimento para manter estas travessas na primeira seção é o mesmo que o apresentado no Parágrafo 9-8, **a.** e **c.**, acrescentando-se uma quarta travessa atrás do montante intermediário. A fim de permitir a retenção de ambas as travessas no montante central, a travessa situada atrás do mesmo deve ser segura com braçadeiras às treliças internas, e a outra, às treliças externas. Em todas as demais seções, as quatro travessas devem ser colocadas na seguinte ordem: a primeira, atrás do montante dianteiro; a segunda, à frente do montante central; a terceira, atrás do montante central, e a quarta, à frente do montante traseiro.

ARTIGO V

LANÇAMENTO E ABAIXAMENTO DAS PONTES DE ANDAR SIMPLES

9-14. LANÇAMENTO

a. Utilização de contrapeso

(1) As pontes de andar simples são, normalmente, montadas e lançadas por força muscular. Podem ser inicialmente montadas sobre roletes para em seguida serem lançadas, ou, então, a ponte e o nariz podem ser empurrados sobre a brecha, à medida que cada duas seções de ponte estiverem prontas; após cada movimento, são colocadas estacas de aço através dos roletes e da mesa inferior do painel, para evitar qualquer deslizamento (Fig 9-6).

(2) Durante o lançamento, a ponte (inclusive o nariz) deve estar contrabalançada a fim de evitar sua queda na brecha. Normalmente, isto é obtido montando-se uma porção da ponte atrás dos roletes de lançamento, atuando como contrapeso e enquadrando o centro de gravidade do conjunto entre os roletes de lançamento e os de montagem. Estas condições devem permanecer até que o nariz alcance os roletes da segunda margem, e são ilustradas através das Tabelas 9-1 a 9-3, que mostram a ponte e o nariz de lançamento, no momento em que atingem a segunda margem. Nesta posição, a ponte está completamente montada, e o centro de gravidade ligeiramente atrás

Digitalizado com CamScanner

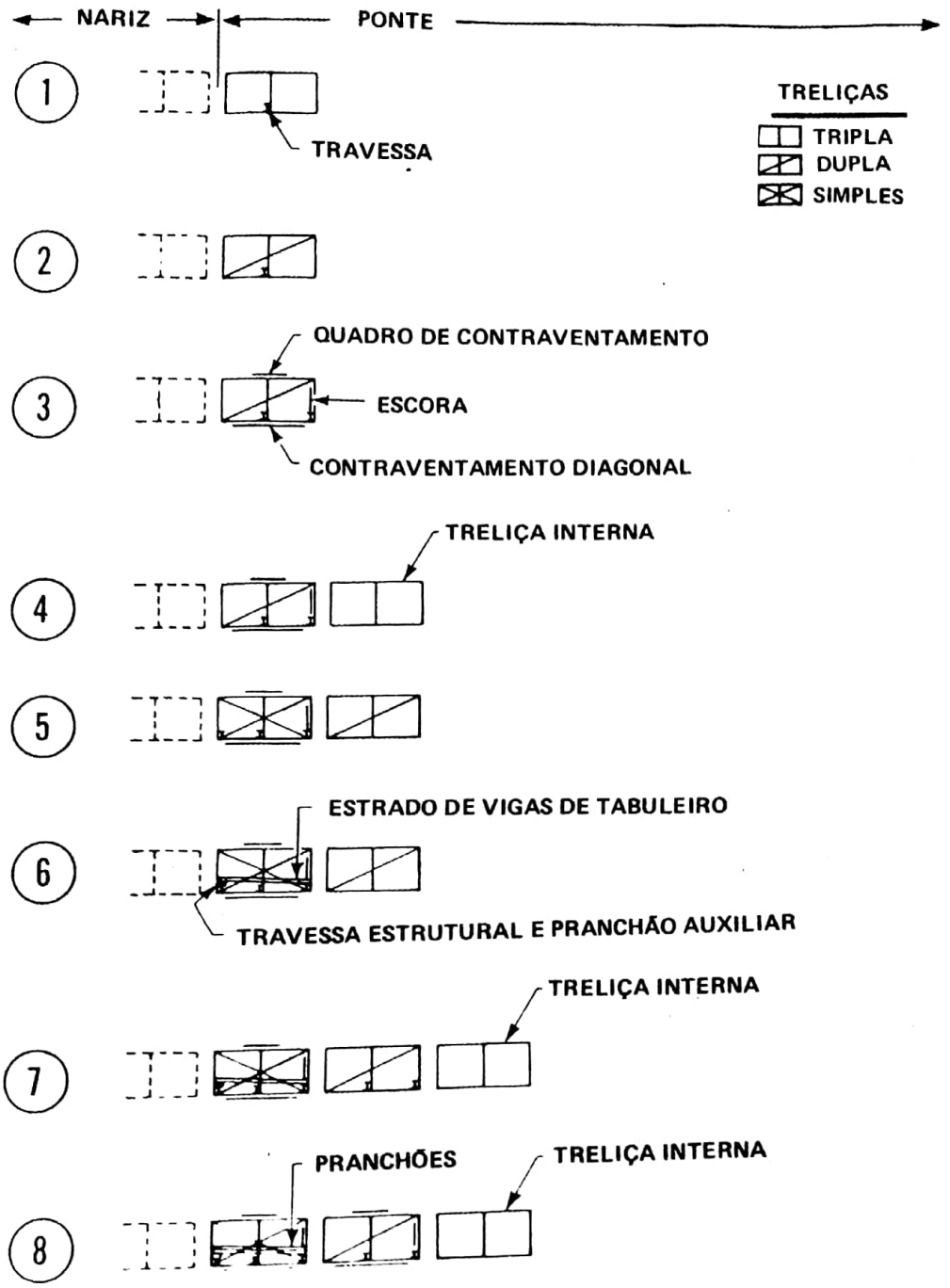


Fig 9-24. Montagem da primeira seção da ponte tripla-tripla

Digitalizado com CamScanner

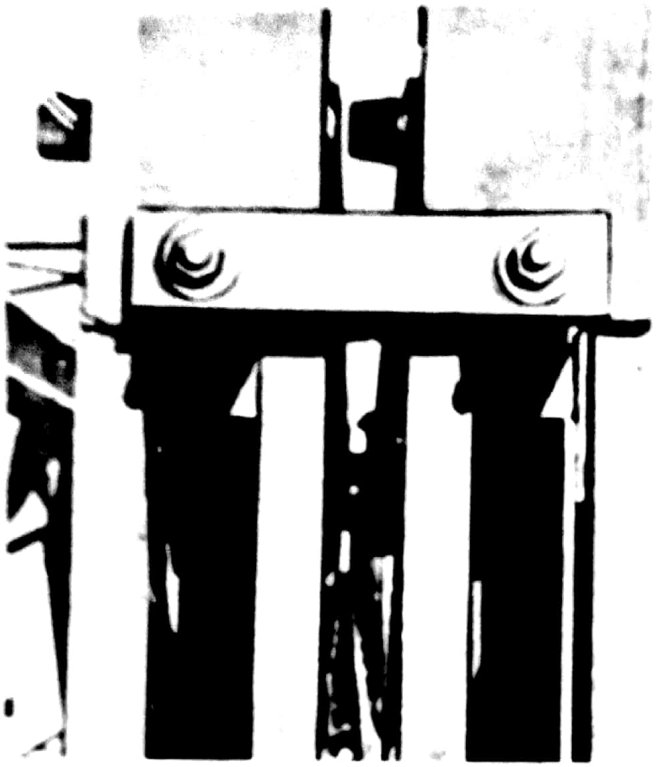


Fig 9-25. Chapa de ligação entre a treliça externa e a central nas pontes tripla-simples

dos roletes de lançamento da primeira margem; à medida que a ponte é empurrada através da brecha, a partir desta posição, o centro de gravidade ultrapassa os roletes de lançamento e a porção da ponte empregada como contrapeso já não é mais necessária, pois cessou o perigo de cair na brecha. Contudo, é **necessário que sejam evitadas tensões excessivas no nariz, até que o lançamento esteja completo.** A desmontagem de qualquer porção da ponte, à retaguarda dos roletes de lançamento, provocará tensões adicionais sobre o nariz e sobre a parte da ponte situada entre as margens, o que pode ocasionar a rutura do nariz.

b. Precauções

(1) Depois que o nariz atingir a segunda margem, os roletes de lançamento de ambas as margens deverão suportar a carga total da ponte (Fig 9-29); o nariz poderá partir se os roletes de montagem da primeira margem suportarem qualquer fração da carga. A parte posterior da ponte deve pender livremente para atuar como um contrapeso. Para que isto aconteça, elevam-se os roletes de lançamento da primeira margem, ou removem-se os roletes de montagem, de modo que a cauda não possa neles se apoiar, depois que o nariz houver atingido os roletes de lançamento da segunda margem. Os 15,64 cm (6") de folga de segurança, introduzidos na determinação do número e posição dos engates de elevação do

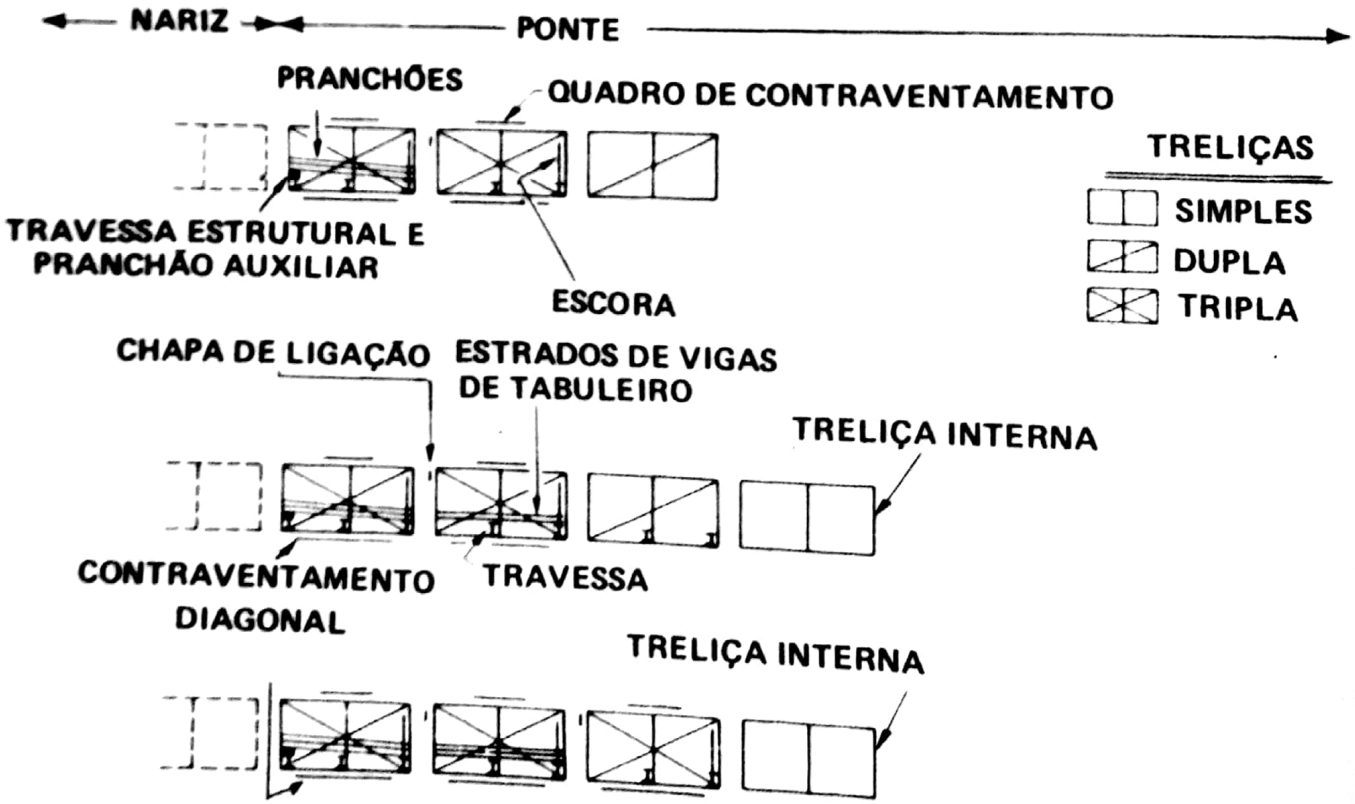


Fig 9-26. Montagem do restante da ponte tripla-simples

Digitalizado com CamScanner

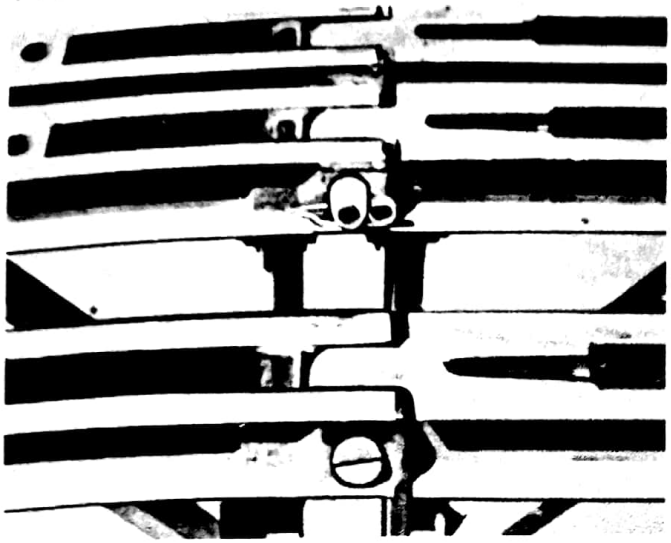


Fig 9-27. Posição dos pinos de painel nas pontes tripla-simples

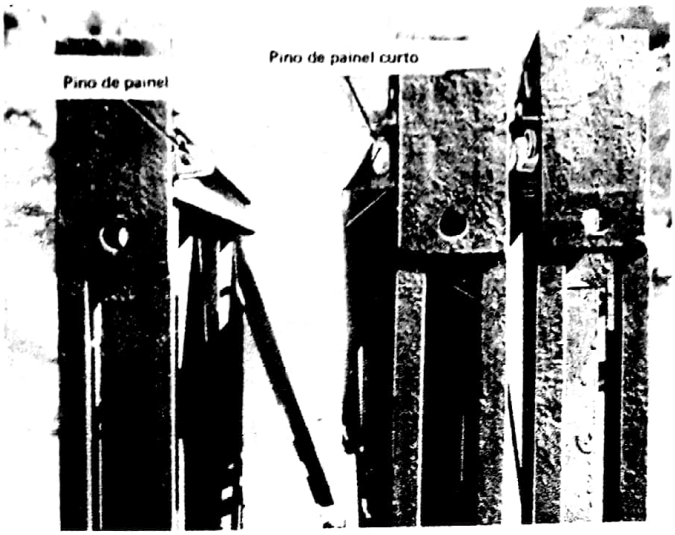


Fig 9-28. Posição dos pinos de painel nos postes terminais. Ver o detalhe do emprego dos pinos curtos

nariz, concorrem para evitar que a ponte fique apoiada diretamente nos roletes de lançamento da segunda margem e roletes de montagem.

(2) O plano definido pelo topo dos roletes da primeira margem deve ficar no mesmo nível ou acima do topo dos roletes de lançamento da segunda margem. A colocação dos roletes da segunda margem algumas polegadas abaixo do plano dos demais roletes, poderá compensar o recalque provocado pelo peso total de lançamento da ponte sobre o rolete de lançamento da primeira margem. Neste caso, a ponte ficará na horizontal ou inclinada sobre a segunda margem (inclinação que oferece mais segurança).

(3) O plano de lançamento da ponte deve ser verificado depois que os engates de elevação do nariz de lançamento tiverem passado sobre os roletes da segunda margem. Caso o recalque na primeira margem tenha sido muito acentuado, os roletes de montagem deverão ser retirados para que a ponte fique inteiramente assentada sobre os roletes de lançamento. Após serem feitas as escavações necessárias para liberar a cauda da ponte, os roletes de montagem são recolocados em seus locais.

c. Lançamento simultâneo com a montagem — depois que o nariz e a primeira seção da ponte estiverem montados, o lançamento pode ser conduzido da forma abaixo descrita.

(1) Lançar um rolete de montagem a 7,62 m (25') à retaguarda dos roletes de lançamento; a menos que o lançamento seja superior a 24,38 m (80') de comprimeiro, não há necessidade de roletes de montagem adicionais. Quando houver necessidade os roletes adicionais deverão ter intervalos de 7,62 m (25'). As seções de pontes deverão ser montadas sobre os roletes e, quando necessário, são utilizados macacos para auxiliar a introdução de pinos de painel nos painéis que repousam sobre os roletes.

(2) Prosseguir com a montagem da ponte deslizando-a para fora dos roletes (Fig 9-30). Quando a extremidade do nariz alcançar a segunda margem (Fig 9-31), um destacamento o guiará por sobre os roletes (Fig 9-32) e o desmontará, seção por seção (Fig 9-33).

(3) Quando a extremidade da ponte propriamente dita atingir os roletes da segunda margem, fixar, simultaneamente, os postes terminais da primeira e segunda margens e colocar uma travessa nos seus degraus. Os postes terminais das treliças média e externa de pontes de treliça tripla são ligados entre si por meio de chapas de ligação aplicadas nos orifícios destinados às escoras. Os pinos das treliças médias são inseridos com as pontas para fora, e os das treliças externas, com as pontas para dentro (Fig 9-27). Finalmente, aplicam-se pinos normais e processos normais de ligações, no batente frontal da primeira seção, que será completada com o mesmo procedimento previsto no Prf 9-8, **e.**

d. Outros cuidados

(1) Não usar peças empenadas ou torcidas.

(2) Não tentar transformar o nariz de lançamento em seção da ponte, acrescentando-lhe peças.

(3) Durante o lançamento da ponte, manter o centro de gravidade do conjunto à retaguarda do rolete de lançamento, até que o nariz alcance a segunda margem. Depois disto, não desmontar partes da ponte atrás dos roletes de lançamento da primeira margem ou retirar contrapesos, até que todo o nariz tenha ultrapassado os roletes da segunda margem.

(4) Depois que o nariz ultrapassar os roletes da segunda margem, verificar, sempre, se o peso da ponte está apoiado apenas pelos roletes de lançamento de ambas as margens.

Digitalizado com CamScanner

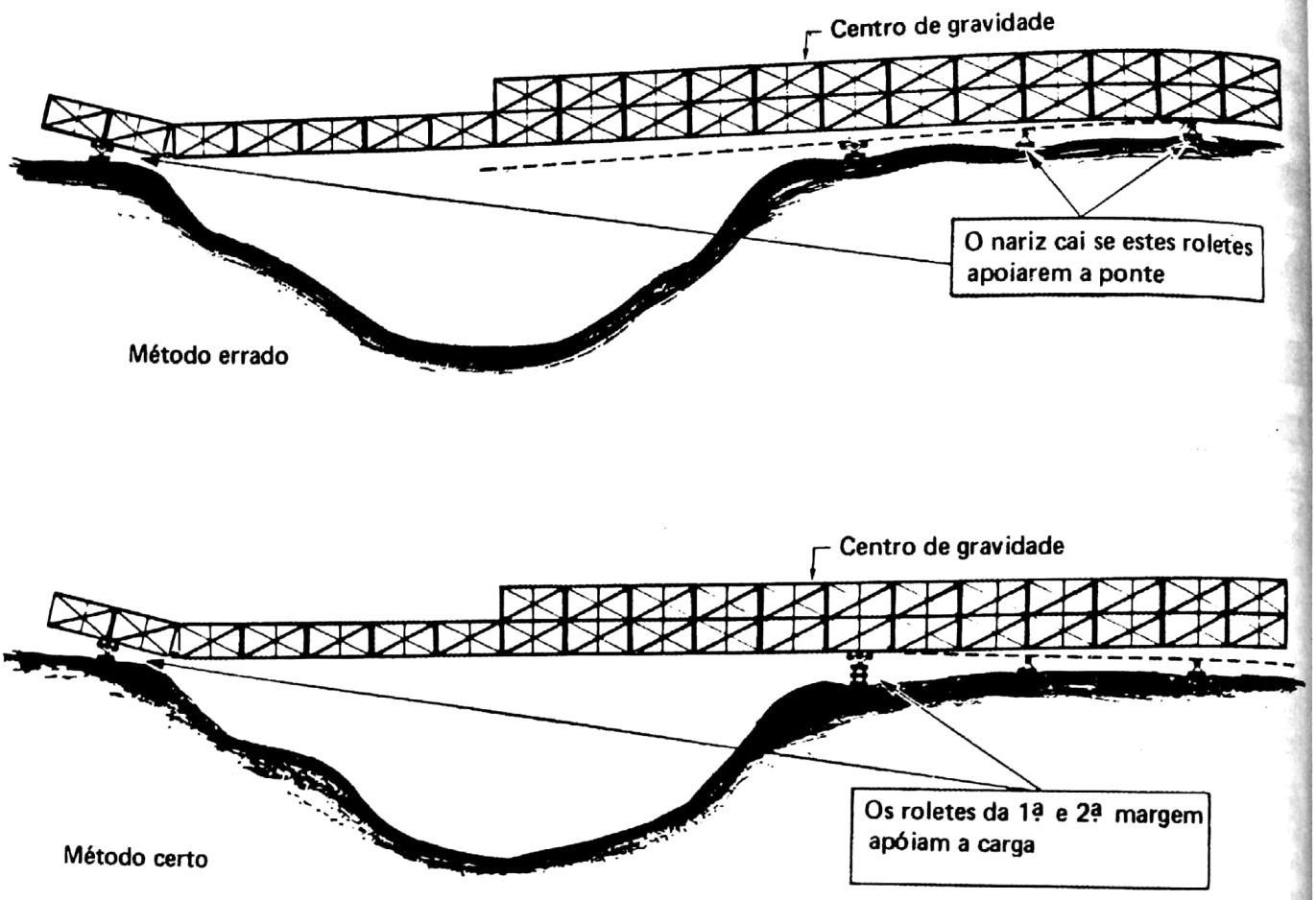


Fig 9-29. Posição dos roletes sob a ponte

MÉTODO CERTO
Quando o nariz de lançamento apoiar-se nos roletes da 2a. margem a ponte deve deixar os roletes de montagem da 1a. margem absolutamente livres.

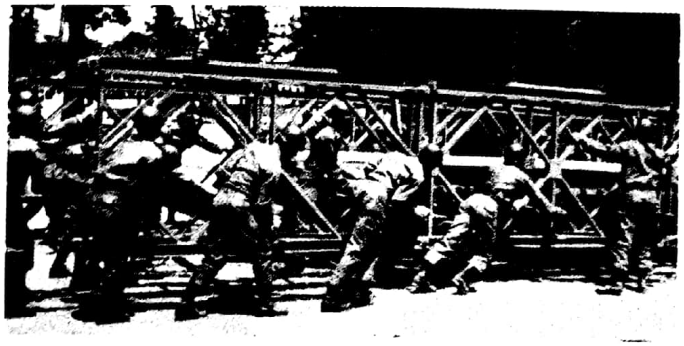


Fig 9-30. Empurrando a ponte sobre a brecha

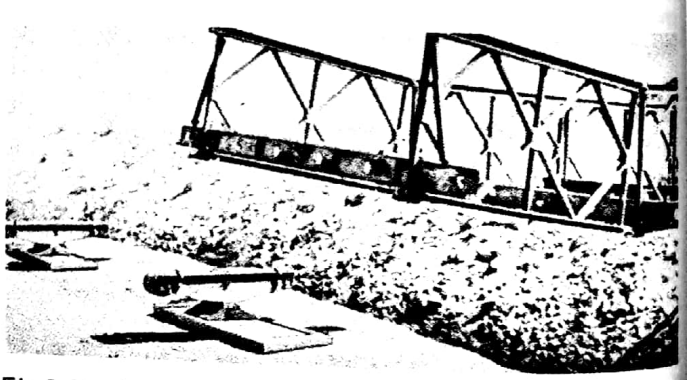


Fig 9-31. Nariz de lançamento atingindo a segunda margem

9-15. ABAIXAMENTO DA PONTE

Depois que os postes e as travessas terminais estiverem instalados, faz-se o abaixamento da ponte, conforme se segue.

a. Colocar as sapatas de macaco sobre as placas-base e os macacos sobre suas sapatas, com os ressaltos de apoio sob os degraus dos postes terminais (Fig 9-34). Em cada canto, colocar um número suficiente de macacos, para que cada um suporte, no máximo, 7 1/2 toneladas curtas (6,8

Digitalizado com CamScanner

Fig 9-32. Guiando o nariz de lançamento para os roletes de lançamento de segunda margem

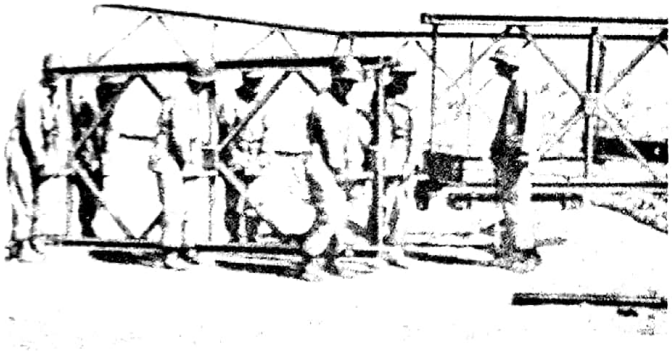


Fig 9-33. Desmontagem do nariz de lançamento

toneladas métricas) no ressalto ou 15 toneladas curtas (13,6 toneladas métricas) no topo; como existe espaço apenas para quatro macacos em cada extremidade da ponte, os adicionais, que se fizerem necessários, podem ser colocados sob uma travessa **(apenas quando estiver mantida por postes terminais)**. Os macacos devem ser operados ao mesmo tempo e no mesmo nível para que a carga fique igualmente distribuída entre eles, evitando que se danifiquem. **Uma vez que o espaçamento entre os dentes da cremalheira dos macacos são diferentes para cada fabricante, os macacos utilizados em conjunto devem sempre ter o mesmo espaçamento entre dentes.**

b. Erguer, suficientemente, as extremidades da ponte e retirar os roletes de lançamento (Fig 9-35); colocar os berços sobre as placas-base (Fig 9-42).

c. Baixar a ponte lentamente (Fig 9-36 e 9-37) colocando apoios auxiliares sob as mesas inferiores dos painéis mais próximos, para amparar a ponte caso escape dos macacos. Não importa qual extremidade da ponte deva ser baixada em primeiro lugar, porém os macacos devem operar sempre ao mesmo tempo e no mesmo nível e apenas em uma extremidade de cada vez.

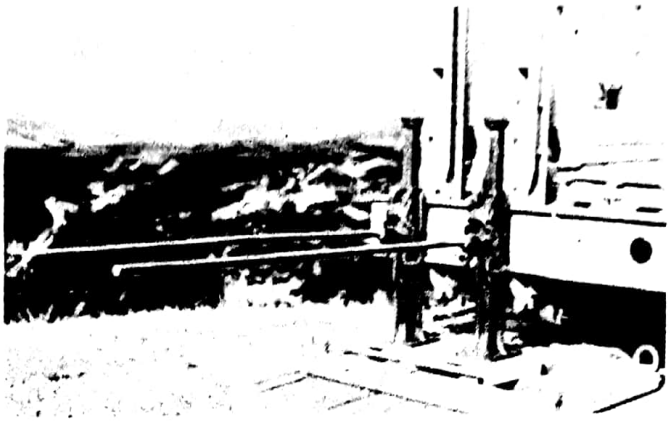


Fig 9-34. Macacos em posição, imediatamente antes da elevação da ponte para a retirada dos roletes de lançamento

Fig 9-35. Elevação da ponte para a retirada dos roletes de lançamento

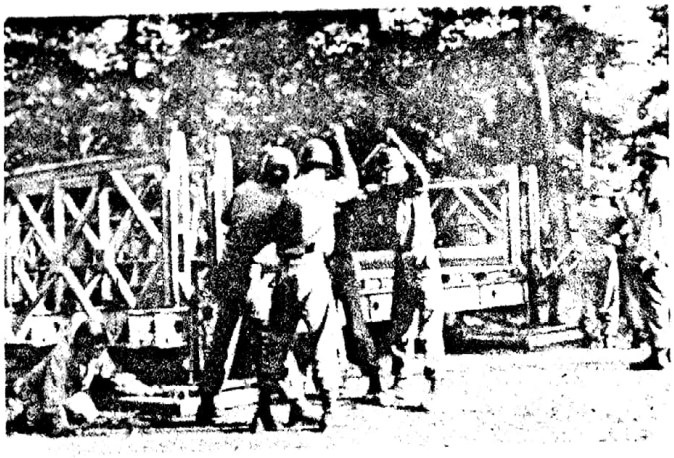


Fig 9-36. Abaixamento da ponte sobre os berços

Digitalizado com CamScanner

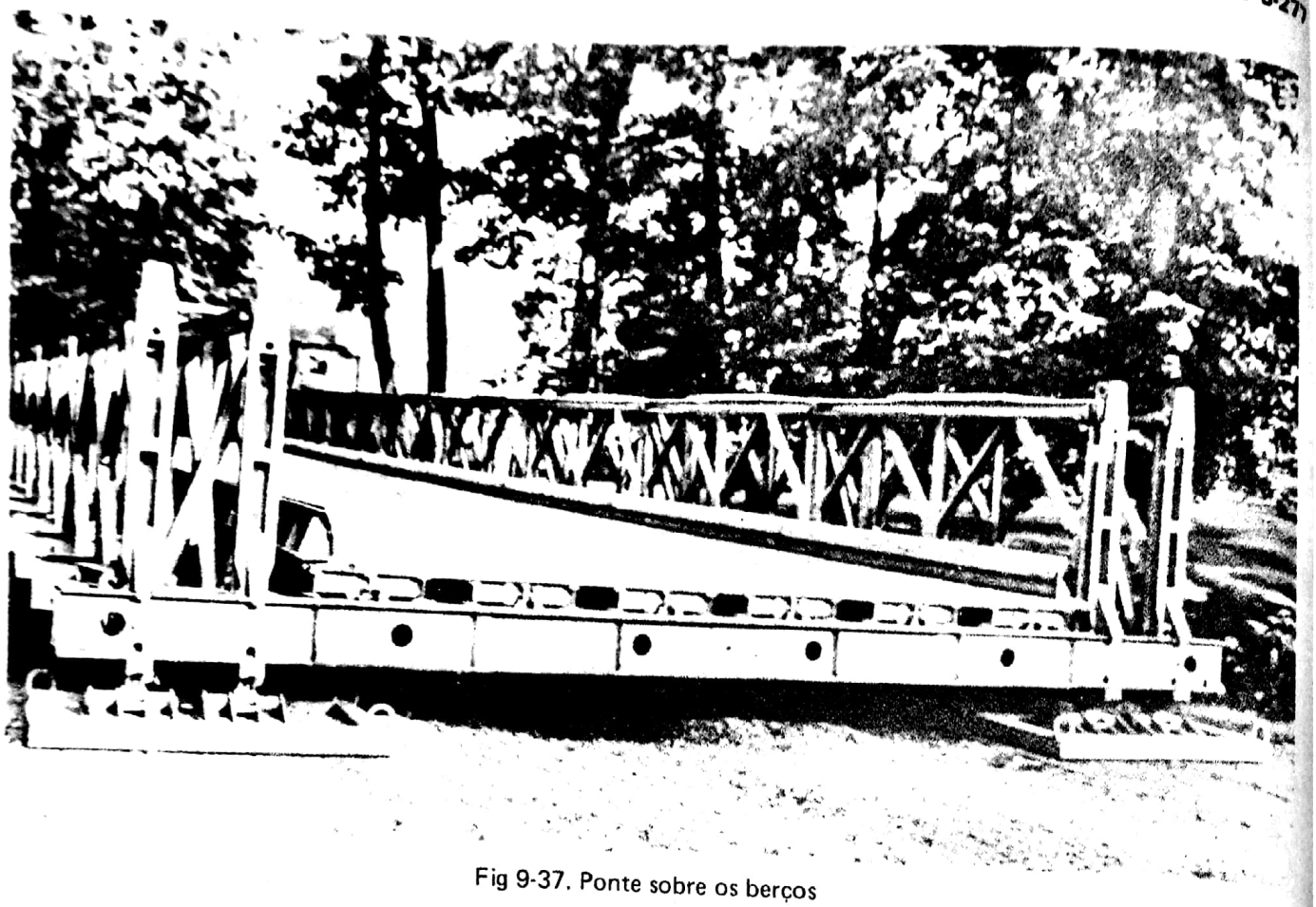


Fig 9-37. Ponte sobre os berços

ARTIGO VI

RAMPAS

9-16. APOIOS DAS SEÇÕES DE RAMPAS

Se a ponte destina-se ao tráfego de cargas iguais ou superiores a 39 toneladas curtas (35,37 toneladas métricas), suas travessas extremas, antes da colocação das rampas, devem ser apoiadas no ponto médio (Prf 8-3 e Fig 8-14). Para cargas iguais ou superiores a 45 toneladas curtas (40,8 toneladas métricas), as rampas devem ser apoiadas e calçadas em seus pontos médios. Os apoios e calços devem ser adequadamente seguros com piquetes ou estaiados, para que não se desloquem sob a ação do tráfego. Se a inclinação da rampa não for superior a 10%, basta uma seção de rampa (Fig 9-38). Quando houver necessidade de duas seções de rampa, elas são suportadas por uma travessa intermediária fixada por quatro pedestais de rampa, que repousam no terreno ou sobre fundações (Fig 9-13). O tabuleiro das seções de rampa é montado da mesma maneira que o da ponte propriamente dita.

9-17. MONTAGEM DAS SEÇÕES DE RAMPA

Após as travessas das extremidades da ponte estarem apoiadas, caso tenha sido necessário, prosseguir com a montagem das seções de rampas, como se segue.

a. Colocar a soleira da extremidade da ponte, como foi descrito no Parágrafo 8-2, a. Tratando-se de rampa de duas seções, colocar os pedestais de rampa e a travessa (Fig 2-30 e 8-13)

b. Colocar os estrados de vigas de rampa e acrescentar os pranchões (Fig 9-38 e 9-39).

c. Fixar o acesso à rampa para completar a ponte.

Digitalizado com CamScanner

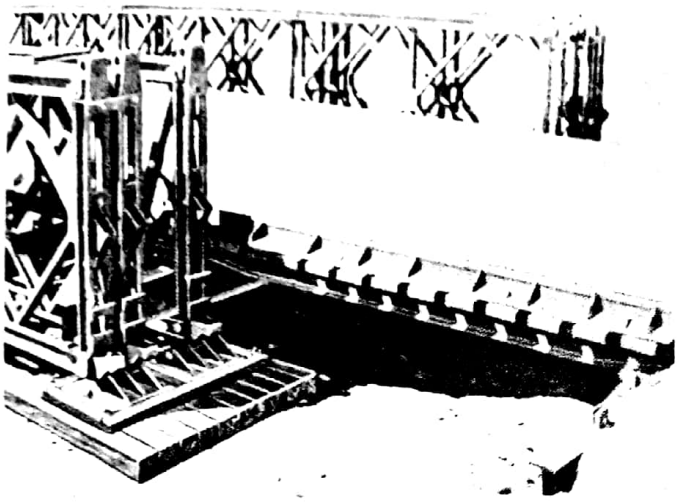
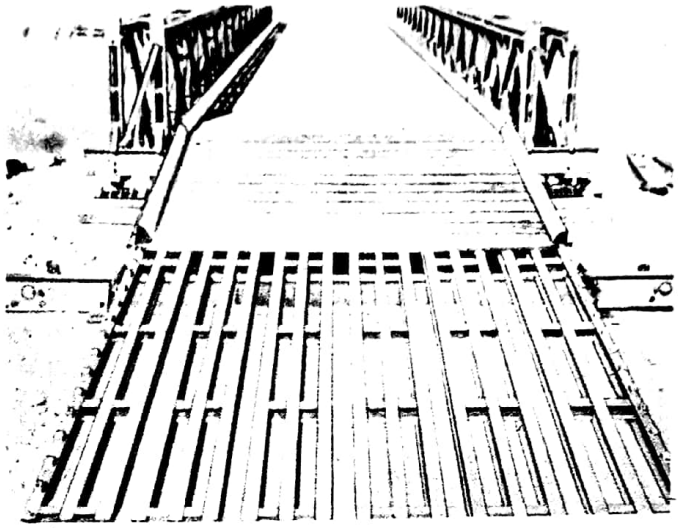


Fig 9-38. Seção de rampa completa



9-39. Duas seções de rampa

ARTIGO VII

CONVERSÃO DE PONTES

9-18. PROCEDIMENTO

a. A classe das pontes de treliças simples e duplas, já montadas, pode ser aumentada pela adição de treliças extras. A construção se inicia no meio do vão e se desenvolve com a colocação de novos painéis, no sentido das cabeceiras. Para auxiliar a colocação dos novos painéis, são usadas alavancas de painel.

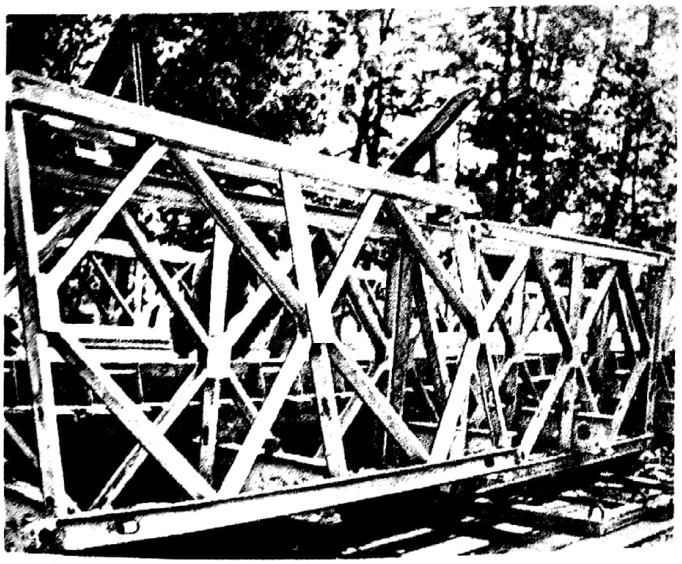


Fig 9-40. Emprego de alavancas de painel para a colocação da treliça externa de uma ponte DS

b. Para converter uma ponte em outra de classe superior a 70, o tabuleiro deve ser reforçado aumentando-se o número de travessas (de duas para quatro por seção), e acrescentando-se um piso de uso, de 7,62 cm (3''), para evitar o desgaste excessivo dos pranchões. As novas travessas podem ser enfiadas pelo lado interior da ponte, seção por seção.

Fig 9-41. Colocação do painel da treliça externa
Notar o emprego das correntes e das alavancas para suspender o painel

Digitalizado com CamScanner

9-19. CONVERSÃO DA PONTE SIMPLES-SIMPLES EM DUPLA-SIMPLES

Para transformar uma ponte SS, já montada, em DS, proceder como se segue.

a. Remover as passadeiras de pedestres (se existirem).

b. Colocar o primeiro painel no centro da ponte (Fig 9-40).

c. Baixar o painel, lateralmente, com auxílio de amarras presas às suas extremidades e colocá-lo em posição, com emprego de alavancas de painel (Fig 9-41).

d. Inserir braçadeiras de travessas e apertá-las, para reduzir as dificuldades provocadas pela deformação.

e. Colocar o segundo painel, fixar as braçadeiras de travessas e apertá-las, inserir os pinos de painel (pontas para o lado interno), inicialmente na mesa inferior (dos painéis) e, em seguida, no topo (Fig 9-41).

f. Ligar as treliças externas às internas com os quadros de contraventamento aparafusados à mesa superior, continuar acrescentando painéis na direção de ambas as extremidades da ponte.

g. Erguer a ponte sobre os berços, com auxílio de macacos (as rampas não precisam ser retiradas) e instalar os postes terminais.

> ATENÇÃO – Na extremidade da ponte (onde uma travessa está fixada aos postes terminais) o painel e o poste terminal devem ser colocados como uma peça única.

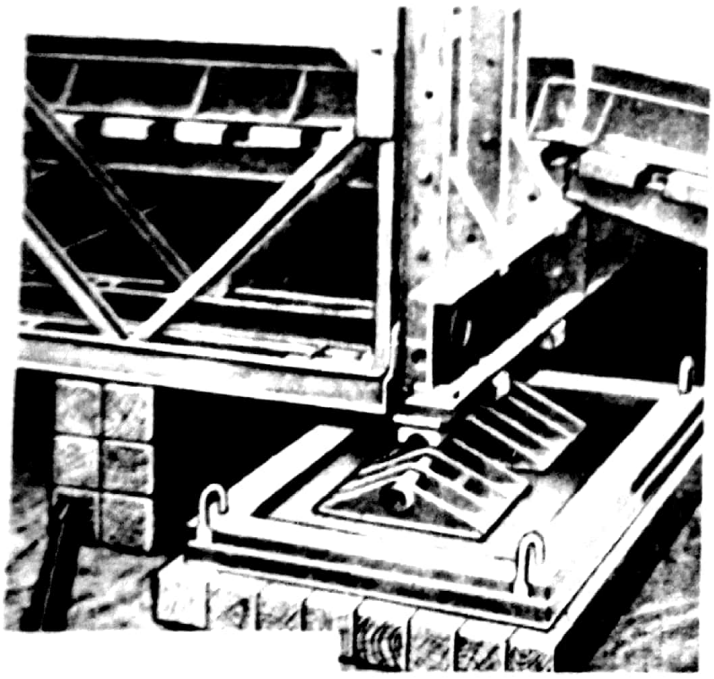


Fig 9-42. Escoramento da ponte na extremidade, antes da colocação da treliça externa

h. Colocar o berço para montagem de treliça dupla, baixar a ponte com auxílio dos macacos e recolocar as passadeiras (se for o caso).

i. Verificar se as fundações existentes são suficientemente fortes para suportarem a nova classe de tráfego.

9-20. CONVERSÃO DA PONTE DUPLA-SIMPLES EM TRIPLA-SIMPLES

Para transformar uma ponte DS, já montada, em TS, proceder da maneira abaixo descrita.

a. Usar o mesmo método para converter a ponte SS em DS, descrito no Parágrafo 9-19, letras a a e. (Fig 9-40 e 9-41).

b. Ligar a treliça externa à treliça média com chapas de ligação aparafusadas nos orifícios das escoras nos primeiros montantes dos painéis sucessivos (Fig 9-25); continuar acrescentando painéis na direção de cada extremidade da ponte.

c. Erguer a ponte de cima dos braços (as rampas não precisam ser retiradas) com auxílio de macacos, e apoiá-la sob as primeira e segunda treliças (Fig 9-42).

> ATENÇÃO
> O apoio provisório não pode se estender além da segunda treliça.

Digitalizado com CamScanner

d. Instalar o painel da extremidade e o poste terminal, erguendo o primeiro até sua posição, com auxílio de alavancas (Fig 9-43).

e. Inserir os pinos de painel com as pontas voltadas para o lado interno e as ranhuras na horizontal; colocar chapas de ligação.

f. Deslocar os berços, da posição relativa às pontes de treliças dupla para a posição exigida pelas pontes de treliças tripla (Fig 9-42); baixar a ponte com auxílio dos macacos sobre os berços (Fig 9-44). A Figura 9-45 mostra uma ponte dupla-simples, completa, com passadeira de pedestre.

g. Recolocar as passadeiras, se forem necessárias.

ATENÇÃO

Na extremidade da ponte, onde uma travessa está fixada aos postes terminais, o painel e o poste terminal adicionais devem ser colocados como uma peça única.

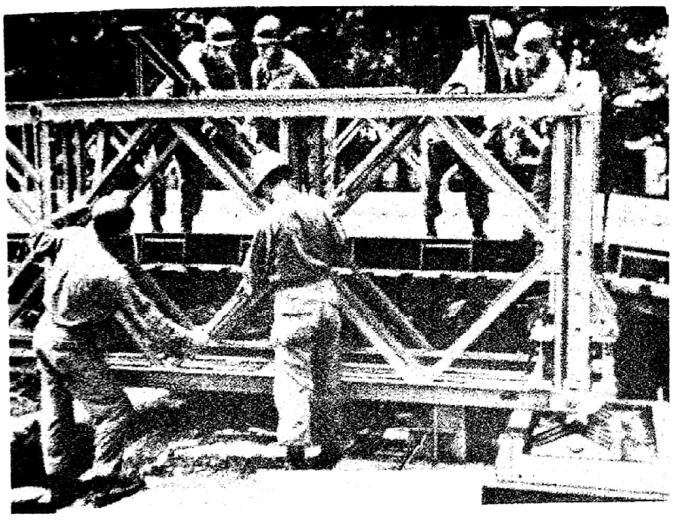


Fig 9-43. Colocação da treliça externa — O painel e a ponte devem ser colocados como uma unidade. Notar o emprego das alavancas de painel para levantar o conjunto

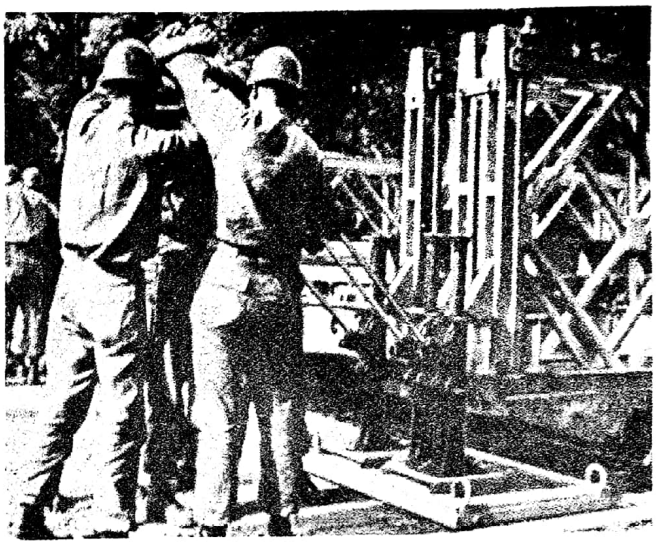


Fig 9-44. Baixando a ponte sobre os berços, que são previamente reajustados

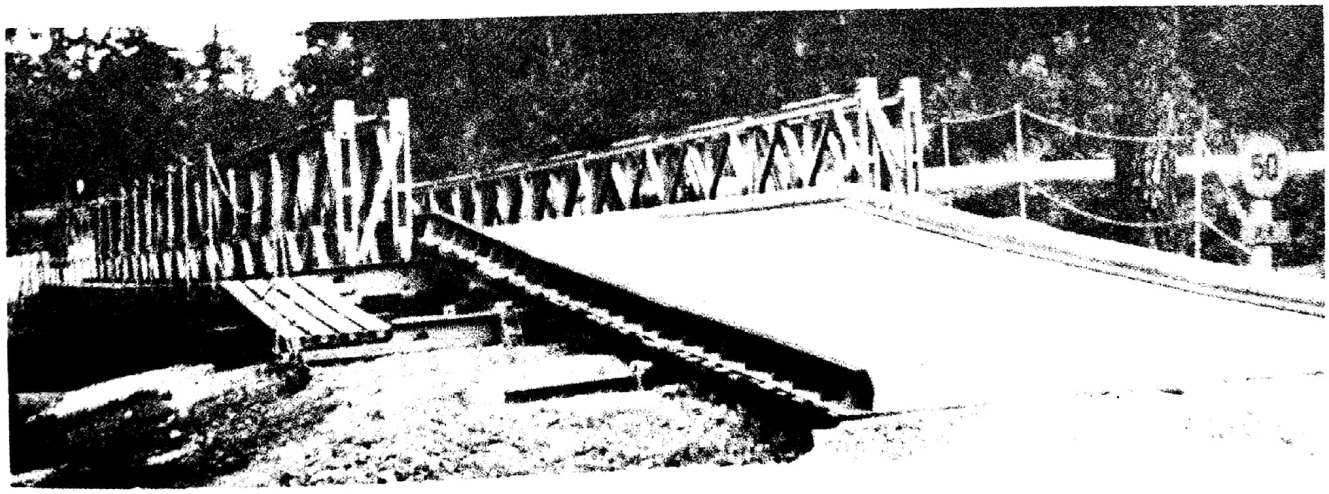


Fig 9-45. Ponte DS com passadeira de pedestres

Digitalizado com CamScanner

Tab 9-1. Combinações para o lançamento de pontes simples-simples

VÃO		PESO DE LANÇAMENTO		ABAIXAMENTO DA EXTREMIDADE DO NARIZ DE LANÇAMENTO		
Pés	Metros	Ton Curtas	Ton Métricas	Polegadas	Metros	
9,14	30	11	9,98	3	0,076	2 seções no nariz — 20′ 25′ 5′
12,19	40	14,5	13,15	4	0,102	3 seções no nariz — 28′ 35′ 7′
15,24	50	17,5	15,86	5	0,127	3 seções no nariz — 33′ 45′ 2′
18,29	60	21,0	19,05	8	0,203	4 seções no nariz — 40′ 55′ 5′
21,34	70	25,0	22,68	12	0,305	5 seções no nariz — 48′ 65′ 7′
24,38	80	27,5	24,95	15	0,381	5 seções no nariz — 52′ 75′ 3′
27,43	90	31,5	28,58	25	0,635	6 seções no nariz — 60′ 85′ 5′
30,48	100	28,5	25,85	33	0,838	* 6 seções no nariz — 61′ 95′ 4′

OBSERVAÇÕES — 1) ▭ — Treliça simples com tabuleiro

2) ▭ — Treliça simples sem tabuleiro

3) * — 4 seções sem tabuleiro

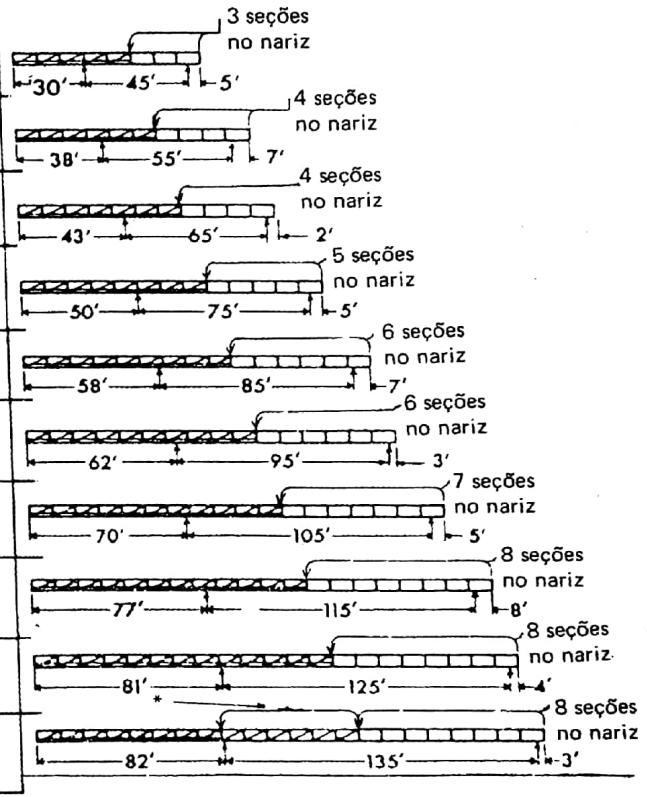
4) — Fator de conversão de toneladas curtas em toneladas: 907,185

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés	Metros
2	0,610
3	0,914
4	1,219
5	1,524
7	2,134
20	6,096
25	7,620
28	8,534
33	10,058
35	10,668
45	13,716
48	14,630
52	15,850
55	16,764
61	18,593
65	19,812
75	22,860
85	25,908
95	28,956

Digitalizado com CamScanner

Tab 9-2. Combinações para o lançamento de pontes duplas-simples

VÃO		PESO DE LANÇAMENTO		ABAIXAMENTO DA EXTREMIDADE DO NARIZ DE LANÇAMENTO	
Pés	Metros	Ton Curtas	Ton Métricas	Polegadas	Metros
50	15,24	24	21,78	4	0,102
60	18,29	25,0	22,68	7	0,178
70	21,34	28,5	25,85	9	0,229
80	24,38	33,0	29,94	14	0,356
90	27,43	37,0	33,57	20	0,508
100	30,48	40,5	36,74	23	0,584
110	33,53	45,0	40,82	33	0,838
120	36,58	49,5	44,91	45	1,143
130	39,62	53,0	48,08	52	1,321
140	42,67	47,5	43,09	63	1,600



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés	Metros
2	0,610
3	0,914
4	1,219
5	1,524
7	2,134
8	2,438
30	9,144
38	11,582
43	13,106
45	13,716
55	16,764
58	17,678
62	18,897
65	19,812
75	22,860
77	23,469
81	24,688
82	24,993
85	25,908
95	28,956
105	32,004
115	35,050
125	38,100
135	41,150

OBSERVAÇÕES – 1) ▭ – Treliça dupla com tabuleiro

2) ▭ – Treliça dupla sem tabuleiro

3) ▭ – Treliça simples sem tabuleiro

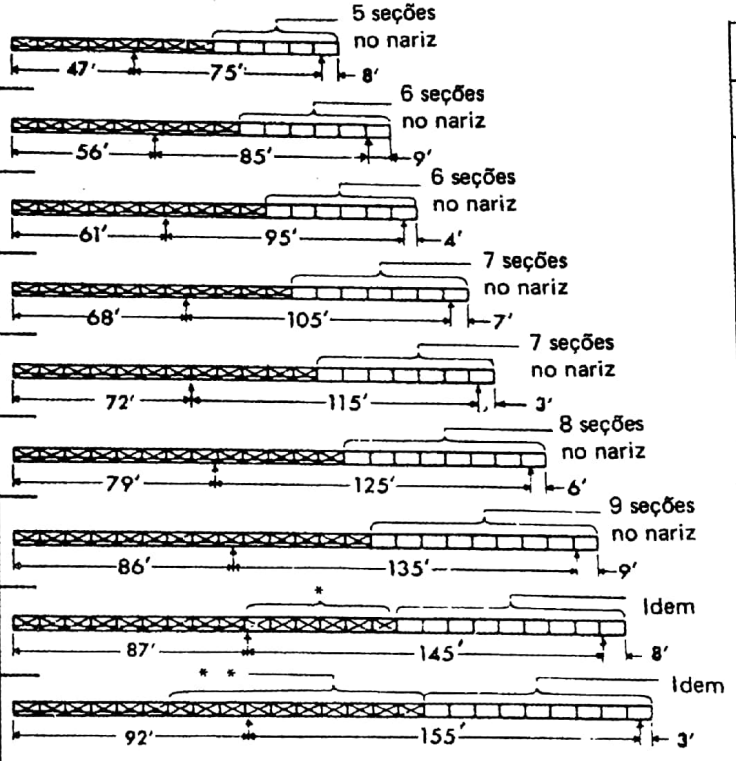
4) * – 6 seções sem tabuleiro

5) – Fator de conversão de toneladas curtas em toneladas: 907,185

Digitalizado com CamScanner

Tab 9-3. Combinações para o lançamento de pontes triplas-simples

VÃO		PESO DE LANÇAMENTO		ABAIXAMENTO DA EXTREMIDADE DO NARIZ DE LANÇAMENTO	
Pés	Metros	Ton Curtas	Ton Métricas	Polegadas	Metros
80	24,38	43,4	39,37	13	0,330
90	27,43	42,5	38,56	19	0,482
100	30,48	46,5	42,18	22	0,560
110	33,53	51,5	46,72	30	0,762
120	36,58	55,5	50,35	34	0,860
130	39,62	60,5	54,88	47	1,190
140	42,67	65,5	59,42	62	1,570
150	45,72	60,5	54,88	70	1,780
160	48,77	59,0	53,52	77	1,960



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés	Metros
3	0,914
4	1,219
6	1,829
7	2,134
8	2,438
9	2,743
47	14,330
56	17,070
61	18,593
68	20,730
72	21,950
75	22,860
79	24,080
85	25,908
86	26,213
87	26,518
92	28,042
95	28,956
105	32,004
115	35,050
125	38,100
135	41,150
145	44,196
155	47,245

OBSERVAÇÕES – 1) ⊠ – Treliça tripla com tabuleiro

2) ⊠ – Treliça tripla sem tabuleiro

3) ▭ – Treliça simples sem tabuleiro

4) * – 6 seções sem tabuleiro

5) ** – 10 seções sem tabuleiro

6) – Fator de conversão de toneladas curtas em toneladas: 907,185

Digitalizado com CamScanner

Tab 9-4. Emprego dos engates de elevação do nariz de lançamento

DISTÂNCIA DOS ENGATES À PONTA DO NARIZ			ELEVAÇÃO VERTICAL RESULTANTE	
PARES DE ENGATES	DISTÂNCIA		POLEGADAS	METROS
	PÉS	METROS		
UM	10	3,048	13 1/2	0,343
UM	20	6,096	27	0,686
UM	30	9,144	40 1/2	1,029
UM	40	12,192	54	1,372
DOIS	10 e 40	3,048 e 12,192	67 1/2	1,715
DOIS	20 e 40	6,096 e 12,192	81	2,057
DOIS	30 e 40	9,144 e 12,192	94 1/2	2,400

Digitalizado com CamScanner

Tab 9-5. Dados complementares para o lançamento de pontes de andar simples

PONTE COMPLETA ANTES DO LANÇAMENTO									
TIPO	VÃO		Número de Seções no Nariz			Distância dos Engates à ponta do Nariz		Distância atrás dos Roletes de Lançamento	
	Pés	Metros	SS	DS	DD	Pés	Metros	Pés	Metros
SS	30	9,14	2					35	10,67
	40	12,19	3					43	13,11
	50	15,24	3					47	14,32
	60	18,29	4			10	3,05	55	16,76
	70	21,34	5			20	6,10	63	19,20
	80	24,38	5			20	6,10	67	20,42
	90	27,43	6			30	9,14	75	22,87
	*100	30,48	*6			30	9,14	76	23,16
DS	50	15,24	3					45	13,72
	60	18,29	4			10	3,05	52	15,85
	70	21,34	4			10	3,05	57	17,38
	80	24,38	5			20	6,10	64	19,51
	90	27,43	6			20	6,10	71	21,64
	100	30,48	6			20	6,10	76	23,16
	100	30,48	7			30	9,14	83	25,30
	120	36,58	8			40	12,19	90	27,43
	130	39,62	8			10 a 40	3,05		
							12,19	95	28,96
	*140	42,67	*8			10 a 40	"	96	29,26
TS	80	24,38	5			20	6,10	63	19,20
	90	27,43	6			20	6,10	70	21,34
	100	30,48	6			20	6,10	74	22,56
	110	33,53	7			30	9,14	81	24,69
	120	36,58	7			30	9,14	86	26,21
	130	39,62	8			40	12,19	93	28,35
	140	42,67	9			10 a 40	3,05		
							12,19	100	30,48
	*150	45,72	*9			20 a 40	6,10		
							12,19	101	30,78
	*160	48,77	*9			20 a 40	"	106	32,31

PONTE INCOMPLETA ANTES DO LANÇAMENTO			
TIPO	VÃO		Nº de Seções sem Tabuleiro
	Pés	Metros	
SS	100	30,48	4
DS	140	42,67	6
TS	150	45,72	6
	160	48,77	10

(*) Consulte o quadro à direita para o lançamento incompleto.

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 10

MONTAGEM DAS PONTES DE ANDAR DUPLO

ARTIGO I

GENERALIDADES

10-1. ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE TRABALHO

A organização do canteiro de trabalho, a localização dos roletes e das fundações seguem as normas estabelecidas nos Capítulos 7 e 8.

10-2. FUNDAÇÕES

O Capítulo 8 fornece orientação para a escolha dos tipos de fundações, que serão determinadas após a decisão do tipo da ponte e definição do seu comprimento, levando em consideração, também, a natureza do terreno.

10-3. MÉTODOS DE LANÇAMENTO

Os mesmos métodos de lançamento das pontes de andar simples são aplicáveis às pontes de andar duplo; nas pontes mais pesadas, pode surgir necessidade de utilização de sarilhos, tratores ou viaturas (Prf 10-17) para auxiliar o lançamento.

10-4. MÉTODOS DE MONTAGEM

Os métodos de montagem das pontes de duplo andar são similares aos das pontes de andar simples. Os painéis do segundo andar podem ser retirados, a braço, das viaturas ou do chão, assim como podem ser içados por guindastes; por comodidade, é conveniente lançar as pontes duplas pelo método chamado "ponte completa antes do lançamento".

10-5. DESTACAMENTOS DE TRABALHO E TEMPO DE MONTAGEM

Os destacamentos de trabalho e os tempos de montagem, para vários tipos e vãos de pontes, constam do Capítulo 6.

10-6. CLASSES

As classes das várias pontes, segundo os vãos e tipos, são dadas no Capítulo 2.

ARTIGO II

NARIZ DE LANÇAMENTO

10-7. GENERALIDADES

O método de montagem do nariz de lançamento das pontes de andar duplo é o mesmo das pontes de andar simples (Parágrafos 9-7 e 9-8).

10-8. COMPOSIÇÃO

O número e o tipo de seções do nariz de lançamento dependem do vão e do tipo da ponte projetada. A composição do nariz de lançamento para as várias combinações de vãos e tipos de ponte é dada nas tabelas 10-1 e 10-2, que devem ser seguidas rigorosamente.

Digitalizado com CamScanner

ARTIGO III

MONTAGEM DA PONTE DUPLA-DUPLA

10-9. PROCESSOS DE MONTAGEM

Os mesmos métodos e as mesmas precauções considerados nas pontes de andar simples são observados nas pontes de andar duplo. A montagem do segundo andar pode ser iniciada antes, durante, ou ainda após o lançamento da ponte; contudo, o processo preferível é completar o segundo andar antes do lançamento.

10-10. NARIZ DE LANÇAMENTO

Para a montagem do nariz, ver o Parágrafo 9-9.

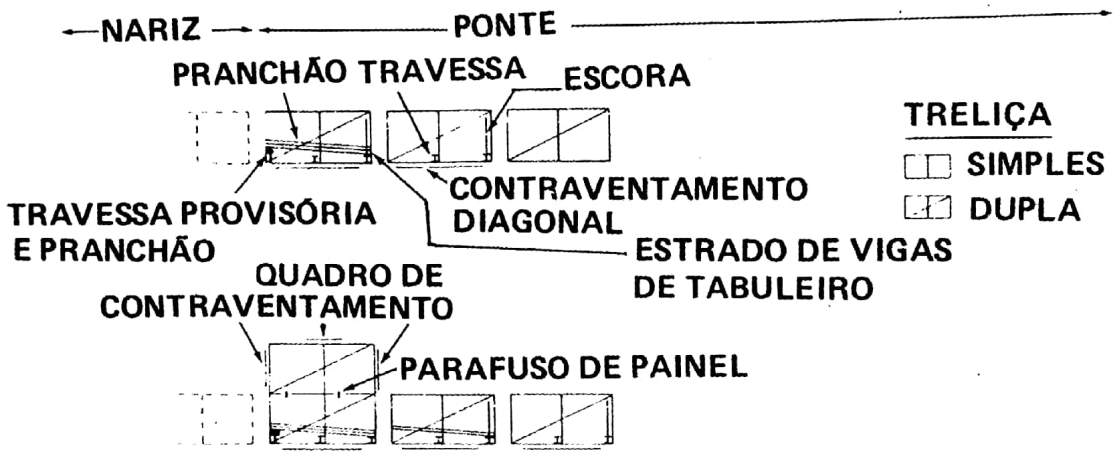


Fig 10-1. Montagem da primeira seção da ponte dupla-dupla

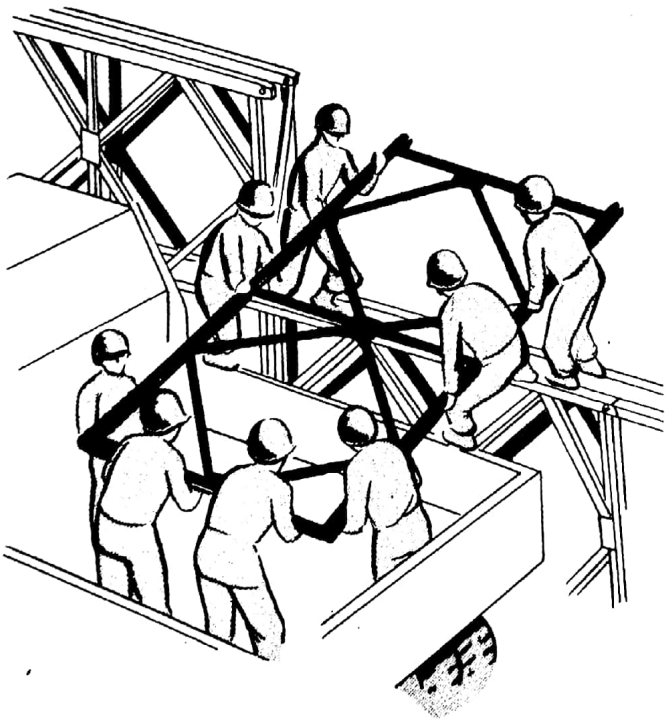


Fig 10-2. Colocação do 2º andar de painéis, empregando uma viatura como plataforma de trabalho — Retirada dos painéis

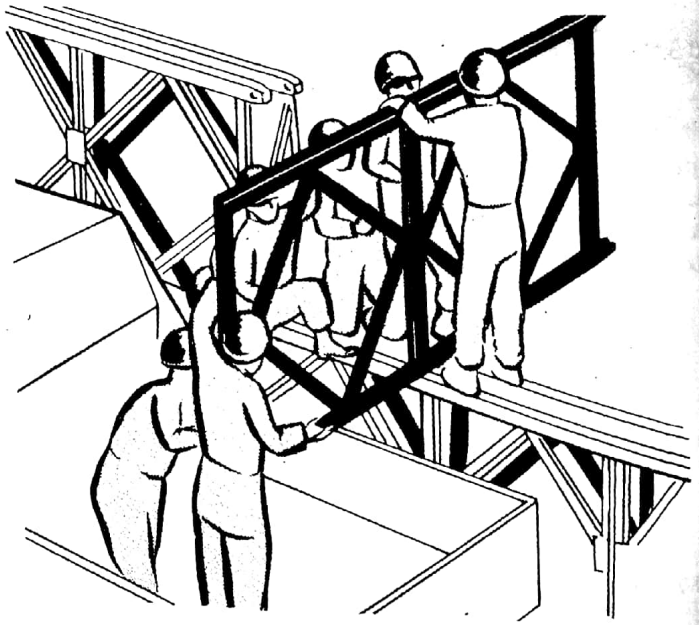


Fig 10-3. Colocação do 2º andar de painéis empregando uma viatura como plataforma de trabalho — Elevação dos painéis

Digitalizado com CamScanner

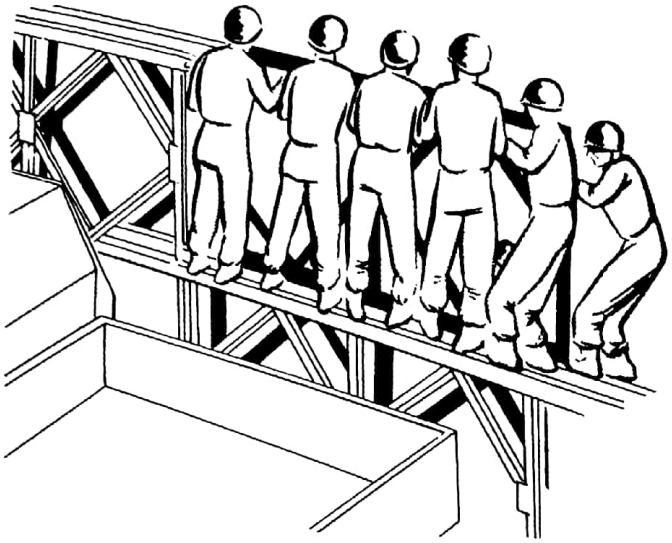


Fig 10-4. Colocação do 2º andar de painéis, empregando uma viatura como plataforma de trabalho — Engate do painel

10-11. CONSTRUÇÃO DA PRIMEIRA SEÇÃO DA PONTE

Quando o nariz estiver completo, montar a primeira seção da ponte, da maneira abaixo descrita.

a. Montar três seções DS, da forma mostrada na Figura 10-1 e descrita no Parágrafo 9-10.

b. Iniciar a montagem do andar duplo, na primeira seção da ponte, com uma turma de trabalho independente (Fig 10-1). Prosseguir, simultaneamente, a montagem do andar inferior, com o mesmo procedimento aplicado nas pontes de andar simples. A montagem do segundo andar deve estar sempre atrasada de duas seções em relação à montagem do primeiro. Armar, provisoriamente, uma plataforma elevada para a montagem do segundo andar, utilizando os estrados de passadeira de pedestre, ou retirar a braço os painéis das viaturas, manobradas lateralmente à ponte (Fig 10-2 e 10-3). Para tanto, os painéis devem ser dispostos na viatura de maneira a deixar espaço para a turma de trabalho. A seguir, cumprir a seguinte operação:

(1) Levantar o painel da viatura estacionada ao lado da ponte, colocá-lo na horizontal sobre a mesa superior da treliça e deslizá-lo na direção do centro da ponte.

(2) Erguer o painel e girá-lo até ficar paralelo à treliça existente; apontar o pino do painel e inserir os parafusos de painel sem apertá-los.

(3) Repetir o processo no que for aplicável com os painéis da treliça externa.

(4) Colocar três quadros de contraventamento nos montantes dianteiros e traseiros e na mesa superior do painel do segundo andar.

(5) Apertar os parafusos de painel e os dos quadros de contraventamento.

(6) Quando não for possível montar a plataforma provisória ou manobrar as viaturas ao lado da ponte, os painéis do segundo andar podem ser colocados com auxílio de um tabuleiro provisório ou com a utilização de um guindaste.

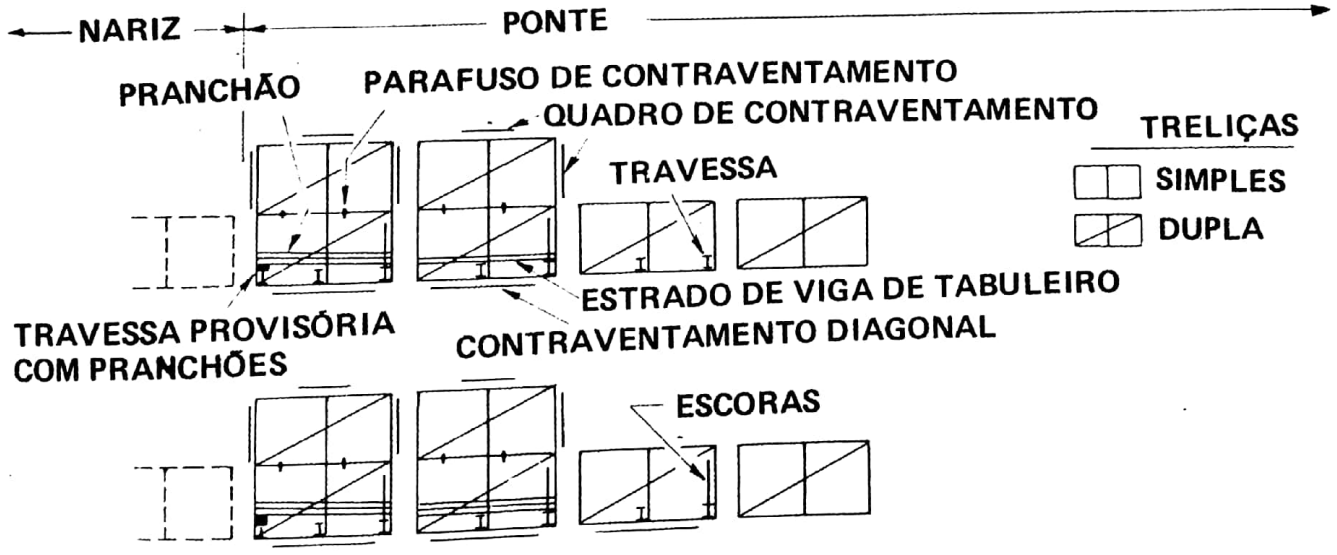


Fig 10-5. Montagem da ponte dupla-dupla

Digitalizado com CamScanner

10-12. CONSTRUÇÃO DAS DEMAIS SEÇÕES DA PONTE

As restantes seções da ponte são construídas da mesma maneira que a primeira, porém os quadros de contraventamento são colocados apenas nos montantes traseiros e nas mesas superiores dos painéis (Fig 10-5). Quando um número suficiente de seções estiver construído para contrabalançar o nariz de lançamento, a ponte é deslocada para a frente, de forma que a primeira seção fique sobre os roletes de lançamento. Não há necessidade de movimentar a ponte durante a montagem, a não ser que a porção da cauda esteja provocando uma excessiva deformação. A técnica de montagem exige que os painéis, vindos da parte exterior da ponte, sejam colocados na treliça interna, com pinos inseridos pelo lado de fora, para em seguida colocar os externos; quando os painéis são colocados de dentro da ponte, montam-se, primeiramente, os das treliças externas, inserindo-se todos os pinos pelo lado interno da ponte.

ARTIGO IV

MONTAGEM DA PONTE TRIPLA-DUPLA

10-13. PROCESSO

O processo de montagem da ponte tipo tripla-dupla é o mesmo que o da ponte dupla-dupla. Contudo, a montagem das treliças externas, tanto do andar inferior como do segundo andar, deve atrasar em relação ao conjunto, de uma seção, para permitir a colocação dos pinos de painel na treliça média, quando estes são aplicados pelo lado externo da ponte. Quando os painéis do segundo andar são acrescentados pelo interior da ponte, as treliças interna e média devem atrasar-se de uma seção para permitir a inserção dos pinos de painel nas treliças externas.

10-14. NARIZ DE LANÇAMENTO

O nariz de lançamento é montado pelo mesmo processo das pontes DD. Seu tipo e comprimento para as diversas pontes é determinado pela Tabela 10-2.

10-15. CONSTRUÇÃO DA PRIMEIRA SEÇÃO DA PONTE

Quando o nariz estiver completo, procede-se da forma a seguir.

a. Montam-se quatro seções de ponte TS, como mostra a Figura 10-6 e descrevem os Parágrafos 9-14 e 9-15.

b. Acrescenta-se o andar duplo na primeira seção, mediante o mesmo processo das pontes DD (Fig 10-6).

c. Colocam-se os quadros de contraventamento nos montantes anteriores e posteriores e na mesa superior, antes de apertar os parafusos de painel.

10-16. CONSTRUÇÃO DAS DEMAIS SEÇÕES DA PONTE

O restante da ponte é montado repetindo-se as operações anteriores, devendo-se observar apenas o seguinte:

a. Os quadros de contraventamento são colocados, apenas, nos montantes posteriores e na mesa superior dos painéis.

b. As treliças externas são ligadas à treliça média com chapas de ligação aparafusadas aos orifícios das escoras existentes na parte superior dos montantes anteriores dos painéis, nos primeiro e segundo andares.

ARTIGO V

LANÇAMENTO E ABAIXAMENTO DAS PONTES DE ANDAR DUPLO

10-17. LANÇAMENTO

a. Processos — normalmente, a ponte é completamente montada antes do lançamento, segundo os mesmos métodos e precauções do lançamento das pontes de andar simples. Quando o lançamento for feito com o concurso de tratores ou viaturas, tomar as seguintes precauções:

(1) Empurrar a ponte, aplicando força nos postes terminais, ou em toda a extensão de uma travessa adaptada na altura do ponto de encontro das diagonais dos painéis.

(2) A altura dos roletes deve ser tal que a cauda da ponte permaneça no mínimo a 15,24 cm (6") acima do terreno, durante todo o lançamento.

Digitalizado com CamScanner

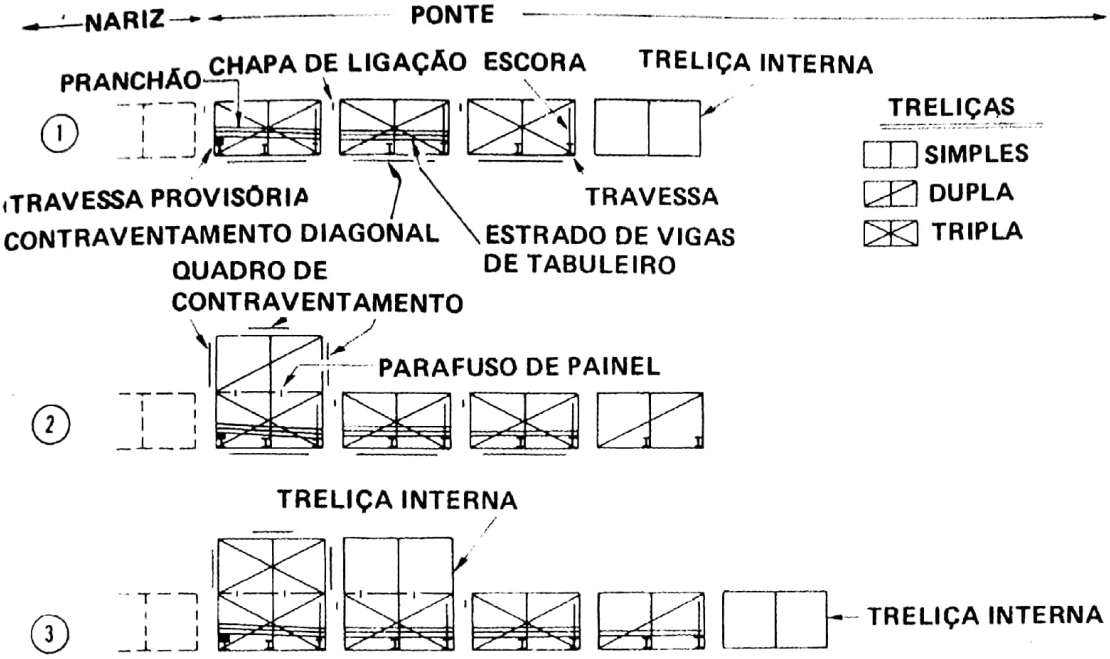


Fig 10-6. Montagem da primeira seção da ponte tripla-dupla

(3) Armar um cabo de retenção para controlar o movimento da ponte.

(4) Se forem necessárias duas viaturas ou dois tratores para deslocar a ponte, eles devem fazer o esforço contra cada grupo de postes terminais.

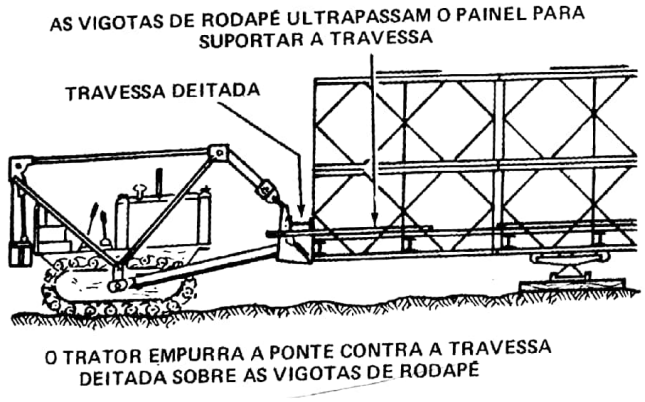


Fig 10-7. Emprego do trator para empurrar a ponte

b. Emprego de trator — para lançar a ponte com auxílio do trator, procede-se da seguinte forma:

(1) Aparafusar duas vigas de rodapé deixando suas extremidades em balanço, na cauda da ponte.

(2) Deitar, contra os painéis, uma travessa sobre as vigotas de rodapé anteriores, tendo sua parte superior voltada para o nariz.

(3) Ancorar a ponte no guincho de duas viaturas.

(4) Aplicar a lâmina do trator sobre toda a extensão da travessa.

(5) Empurrar a ponte e controlar os guinchos.

10-18. ABAIXAMENTO DA PONTE

Para o abaixamento da ponte por meio de macacos, adotam-se os mesmos métodos e observam-se as mesmas precauções tomadas com relação às pontes de andar simples (Prf 9-15).

ARTIGO VI

REFORÇAMENTO DAS PONTES

10-19. MÉTODO

a. As pontes de andar simples, já montadas, podem ser reforçadas pela adição de andares extras.

b. Quanto ao tabuleiro, nas pontes de classe superior a 70, o número de travessas por seção deve ser mudado de dois para quatro, recebendo, também, um piso de uso de 7,62 cm (3") de espessura, para evitar o desgaste dos pranchões.

Digitalizado com CamScanner

10-20. CONVERSÃO DA PONTE DUPLA-SIMPLES EM DUPLA-DUPLA

Para converter uma ponte DS, já montada, em DD, proceder da forma abaixo:

a. Remover os quadros de contraventamento, da seção em que se trabalha, a partir da seção intermediária.

b. Conduzir o painel que será montado, elevá-lo (Fig 10-8) e montá-lo na treliça externa (Fig 10-9), com o cuidado de inserir o cabo de uma chave nos orifícios destinados aos parafusos de painel para evitar que os painéis deslizem para fora; para se obter maior rapidez, a montagem da treliça interna deve ser efetuada imediatamente após a da treliça externa.

c. Inserir os parafusos de painel e os pinos para contornar os efeitos da deformação da ponte; se necessário, usar macacos de mesa (Fig 10-10 e 10-11) para auxiliar a colocação dos pinos de painel (Fig 10-12); o aperto dos parafusos de painel também reduz as dificuldades provocadas pela flexão da estrutura já montada; na montagem do segundo andar das pontes de treliça dupla de vão de até 36,58 m (120'), não há necessidade, normalmente, de empregar macacos de mesa, se for observado o seguinte método:

(1) Colocar o primeiro painel do segundo andar no centro da ponte e inserir os parafusos de painel, sem apertá-los.

(2) Colocar um painel em cada extremidade do primeiro e inserir os parafusos de painel e os pinos superiores.

(3) Apertar todos os parafusos para reduzir a flecha e enfiar os pinos de painel inferiores com auxílio de uma marreta.

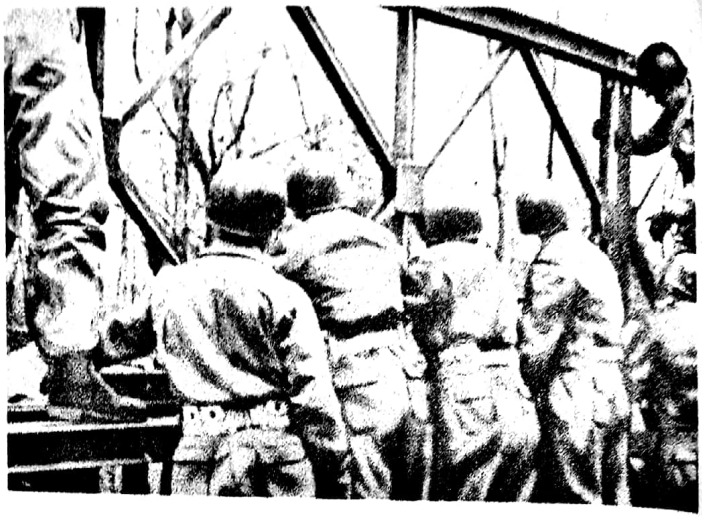


Fig 10-9. Painel da treliça externa em sua posição antes da colocação dos pinos

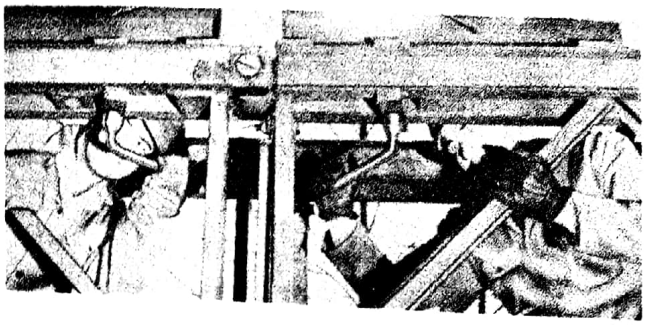


Fig 10-10. Instalação do macaco de mesa no topo do andar superior da treliça interna das pontes dupla-dupla

Fig 10-8. Colocação da treliça externa do segundo andar para conversão de uma ponte dupla-simples para dupla-dupla

Fig 10-11. Emprego do macaco de mesa para separar os painéis do segundo andar de uma ponte dupla-dupla

Digitalizado com CamScanner

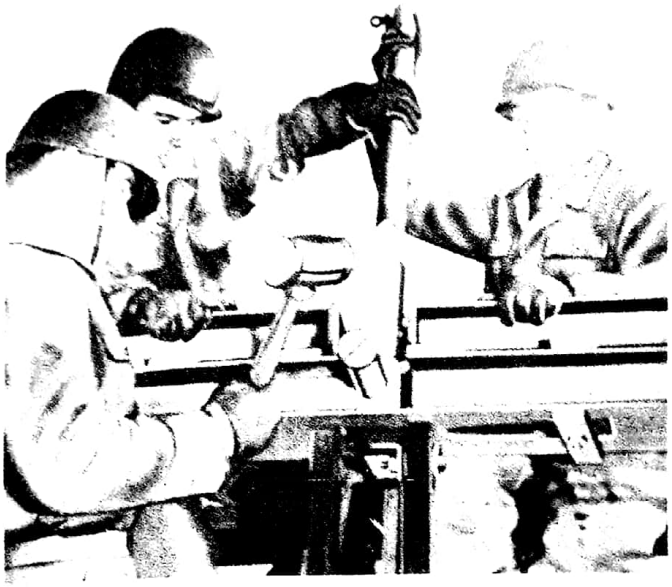


Fig 10-12. Colocação do pino de painel no segundo andar empregando macaco de mesa

(4) Depois que os três primeiros painéis estiverem montados, acrescentar os demais, um de cada vez, na direção de ambas as extremidades da ponte.

(5) À medida que cada painel for sendo colocado, inserir os parafusos de painel, sem apertá-los, até que o pino de painel superior tenha sido colocado.

(6) Pode ser necessário colocar simultaneamente os pinos de painel superiores e inferiores quando a montagem atingir as extremidades da ponte; ajustar os parafusos de painel para reduzir a flecha.

d. Colocar os quadros de contraventamento verticalmente, nas mesmas extremidades de painéis sucessivos e, horizontalmente, ao longo da mesa superior.

e. As figuras 10-13 e 10-14 mostram pontes parcialmente montadas e pontes completas.

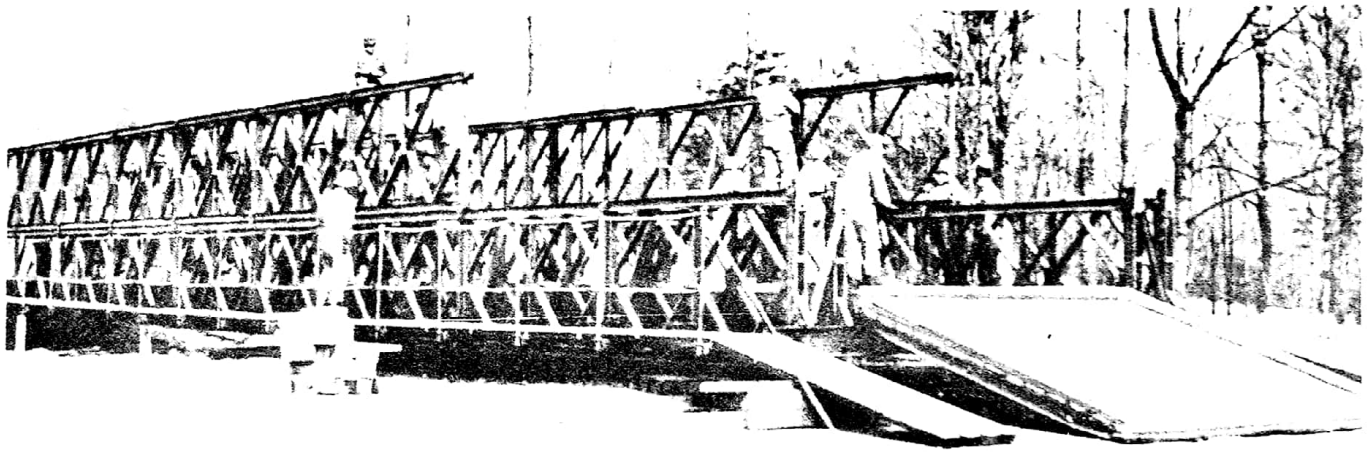


Fig 10-13. Conversão de uma ponte dupla-simples em dupla-dupla

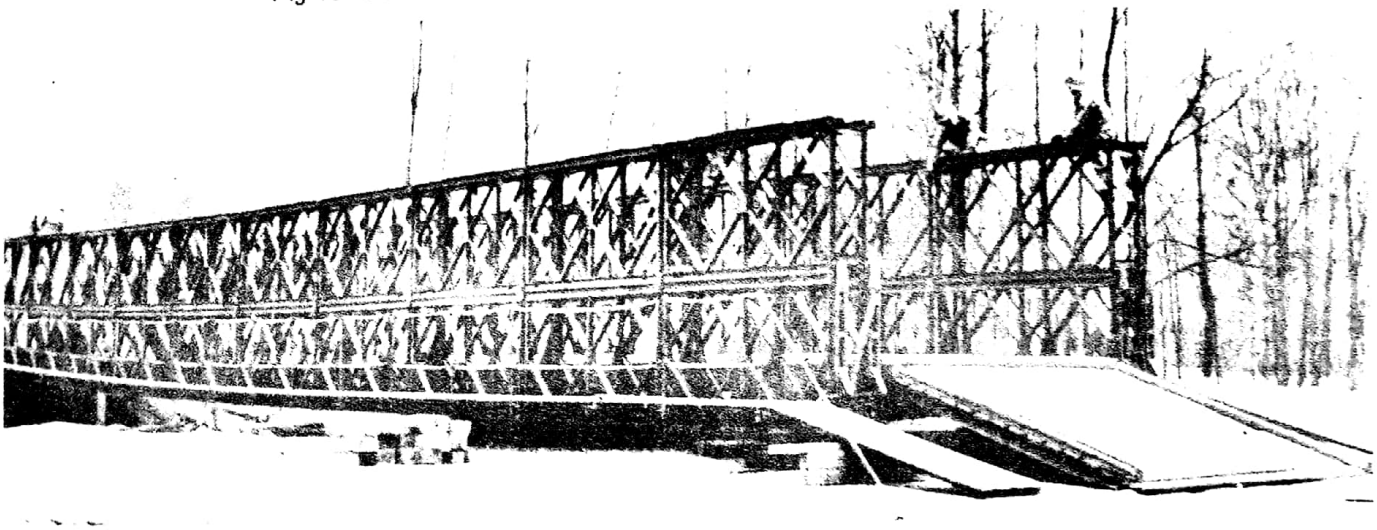


Fig 10-14. Ponte dupla-dupla completa

Digitalizado com CamScanner

Tab 10-1. Combinações para o lançamento de pontes dupla-dupla

VÃO		PESO DE LANÇAMENTO		ABAIXAMENTO DA EXTREMIDADE DO NARIZ DE LANÇAMENTO		
Pés	Metros	Ton Curtas	Ton Métricas	Polegadas	Metros	
100	30,48	60,5	54,88	17	0,432	6 seções no nariz — 58′ — 95′ — 7′
110	33,53	59,0	53,52	22	0,560	7 seções no nariz — 66′ — 105′ — 9′
120	36,58	63,5	57,61	24	0,610	7 seções no nariz — 71′ — 115′ — 4′
130	39,62	69,0	62,60	31	0,790	8 seções no nariz — 77′ — 125′ — 8′
140	42,67	76,0	68,95	38	0,965	9 seções no nariz — 85′ — 135′ — 10′
150	45,72	81,5	73,94	41	1,040	9 seções no nariz — 91′ — 145′ — 4′
160	48,77	75,5	68,49	45	1,143	* 9 seções no nariz — 91′ — 155′ — 4′
170	51,82	81,0	73,48	57	1,450	* 10 seções no nariz — 98′ — 165′ — 7′
180	54,86	76,0	68,95	68	1,730	* * 10 seções no nariz — 102′ — 175′ — 3′

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés	Metros
3	0,914
4	1,219
7	2,134
8	2,438
9	2,743
10	3,048
58	17,678
66	20,118
71	21,640
77	23,469
85	25,908
91	27,740
95	28,956
98	29,870
102	31,090
105	32,004
115	35,050
125	38,100
135	41,150
145	44,196
155	47,245
165	50,290
175	53,340

OBSERVAÇÕES — 1) — Treliça dupla com tabuleiro

2) — Treliça dupla

3) — Treliça simples

4) * — 7 seções sem tabuleiro

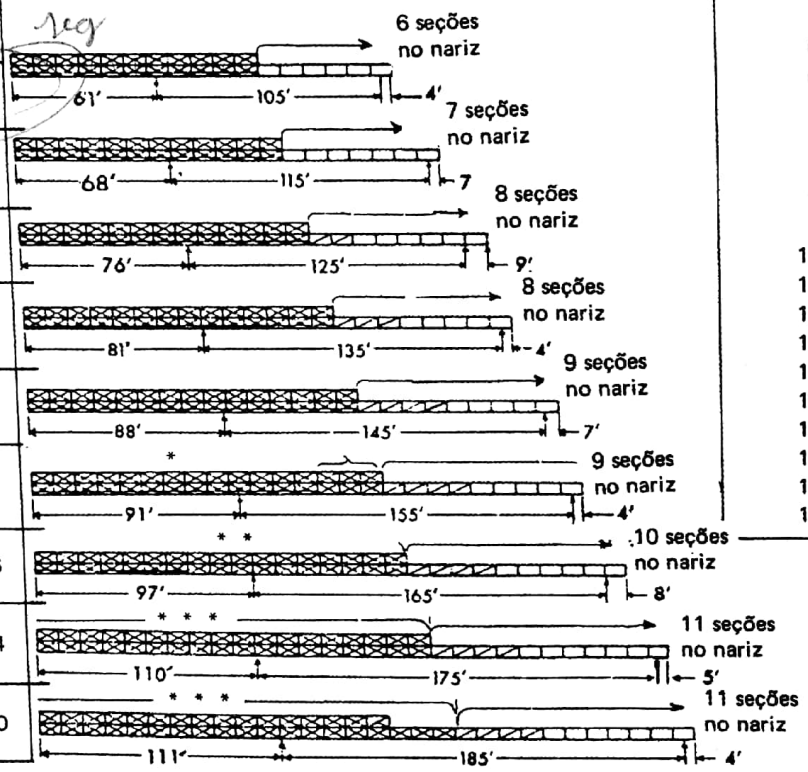
5) ** — 12 seções sem tabuleiro

6) — Fator de conversão de toneladas curtas em toneladas: 907,185

Digitalizado com CamScanner

Tab 10-2. Combinações para lançamentos de pontes tripla-dupla

VÃO		PESO DE LANÇAMENTO		ABAIXAMENTO DA EXTREMIDADE DO NARIZ DE LANÇAMENTO	
Pés	Metros	Ton Curtas	Ton Métricas	Polegadas	Metros
110	33,53	79,4	72,03	17	0,432
120	36,58	87,1	79,02	22	0,560
130	39,62	86,0	78,02	29	0,736
140	42,67	93,0	84,37	31	0,790
150	45,72	100,0	90,72	39	0,990
160	48,77	101,5	92,08	42	1,067
170	51,82	98,0	88,90	53	1,346
180	54,86	93,5	84,82	60	1,524
190	57,91	91,5	83,01	78	1,980



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés	Metros
4	1,219
5	1,524
7	2,134
8	2,438
9	2,743
61	18,593
68	20,730
76	23,165
81	24,688
88	26,823
91	27,740
97	29,566
105	32,004
111	33,832
115	35,050
125	38,100
135	41,150
145	44,196
155	47,245
165	50,290
175	53,340
185	56,388

OBSERVAÇÕES – 1) ▨ – Treliça tripla com tabuleiro
2) ▨ – Treliça tripla
3) ▨ – Treliça dupla
4) ▭ – Treliça simples
5) * – 3 seções sem tabuleiro
6) ** – 10 seções sem tabuleiro
7) *** – Todas as seções sem tabuleiro
8) – Fator de conversão de toneladas curtas em toneladas: 907,185

Digitalizado com CamScanner

Tab 10-3. Dados complementares para o lançamento de pontes de andar duplo

PONTE COMPLETA ANTES DO LANÇAMENTO									
TIPO	VÃO		Número de Seções no Nariz			Distância dos Engates à Ponta do Nariz		Distância atrás dos Roletes de Lançamento	
	Pés	Metros	SS	DS	DD	Pés	Metros	Pés	Metros
DD	100	30,48	6			20	6,10	74	22,56
(*)	110	33,53	7			20	6,10	81	24,69
	120	36,58	7			30	9,14	86	26,21
	130	39,62	8			30	9,14	93	28,35
	140	42,67	7	2		40	12,19	100	30,48
	150	45,72	6	3		40	12,19	106	32,31
	*160	48,77	*6	*3		40	12,19	106	32,31
	*170	51,82	*7	*3		10 a 40	3,05		
							12,19	113	34,44
	*180	54,86	*7	*3		20 a 40	6,10		
							12,19	117	35,67
TD	110	33,53	6			20	6,10	77	23,47
	120	36,58	7			20	6,10	84	25,60
	130	39,62	6	2		30	9,14	90	27,43
	140	42,67	5	3		30	9,14	96	29,26
	150	45,72	5	4		40	12,19	103	31,39
	*160	48,77	*5	*4		40	12,19	106	32,31
	*170	51,82	*6	*4		10 a 40	3,05		
							12,19	112	34,14
	*180	54,86	*7	*4		10 a 40	"	125	38,10
	*190	57,91	*7	*4		20 a 40	6,10		
							12,19	126	38,40

(*) Consulte o quadro à direita para o lançamento incompleto.

PONTE INCOMPLETA ANTES DO LANÇAMENTO				
TIPO	VÃO		Nº de Seções sem Tabuleiro	Nº de Seções sem último andar
	Pés	Metros		
DD	160	48,77	7	
	170	51,82	7	
	180	54,86	12	2
TD	160	48,77	3	
	170	51,82	10	
	180	54,86	18	
	190	57,91	19	3 1/3

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 11

MONTAGEM DE PONTES DE ANDAR TRIPLO

ARTIGO I

GENERALIDADES

11-1. ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE TRABALHO

A organização do canteiro de trabalho e a colocação dos roletes seguem as normas estabelecidas no Capítulo 7.

11-2. FUNDAÇÕES

Após a decisão quanto ao comprimento e ao tipo da ponte, segundo a orientação do Capítulo 8, seleciona-se o tipo de fundação.

11-3. MÉTODOS DE LANÇAMENTO

O processo normal **"em balanço com o nariz de lançamento"**, utilizado para a montagem de pontes de andar simples ou duplo, é usado para as pontes de andar triplo. Contudo, algumas pontes triplas devem ser lançadas incompletas, para reduzir o peso de lançamento.

11-4. MÉTODOS DE MONTAGEM

As pontes de andar triplo são normalmente montadas e lançadas com auxílio de meios mecânicos. Contudo, se não houver guindastes montados em viaturas, as pontes triplas podem ser montadas com emprego do elevador de painéis, viaturas socorro de 5 t, ou à mão. As pontes de triplo andar podem ser montadas com todos os três andares acima do tabuleiro (Fg 11-1), ou com um andar pendente (Fig 11-2); no primeiro caso, as mesas superiores do andar mais alto devem ser contraventadas com travessas e contraventamentos diagonais; com andar pendente sob o sistema do tabuleiro, há necessidade de contraventamento lateral na mesa inferior do primeiro andar, quando a velocidade dos ventos exceder a 80,450 km/h (50 mph).

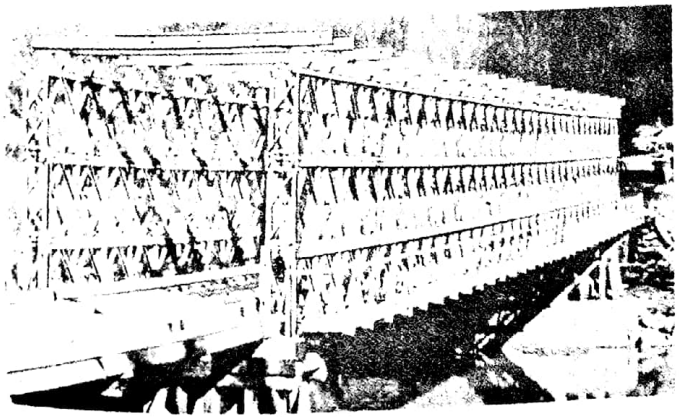


Fig 11-1. Ponte TD com todos os andares acima do tabuleiro

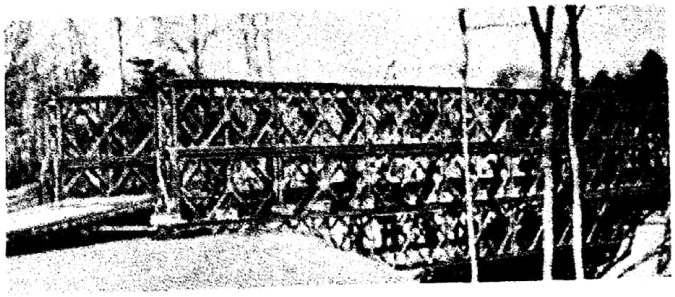


Fig 11-2. Ponte TD com andar pendente

Digitalizado com CamScanner

11-5. DESTACAMENTOS DE TRABALHO E TEMPO DE MONTAGEM

Os destacamentos de trabalho e os tempos de montagem para vários vãos e tipos de pontes são dados no Capítulo 6.

11-6. CLASSES

As classes dos vários tipos de pontes de painel de triplo andar são dadas no Capítulo 2. A localização do tabuleiro ou a omissão de um andar de painéis em cada seção das extremidades não altera a classe da ponte.

ARTIGO II

NARIZ DE LANÇAMENTO

11-7. PROCESSO

O processo de montagem do nariz de lançamento das pontes de andar triplo é o mesmo que o das pontes de andar simples ou duplo. Contudo, o peso de lançamento (do nariz e da ponte) é limitado pela capacidade dos roletes de lançamento da primeira margem e das mesas inferiores da ponte (120 toneladas curtas ou 108,86 toneladas).

11-8. COMPOSIÇÃO

O número e o tipo das seções do nariz de lançamento dependem do vão e do tipo da ponte. A composição do nariz de lançamento, para várias combinações de comprimento e tipo de ponte, é dada nas tabelas 11-1 e 11-2, que devem ser rigorosamente seguidas.

ARTIGO III

CONTRAVENTAMENTO SUPERIOR

11-9. PROCESSOS

Dois processos são empregados para contraventar as pontes triplas: no primeiro, as pontes são contraventadas com contraventamentos diagonais, travessas e suportes de contraventamento superior, aplicados na mesa superior do último andar. No segundo, empregam-se somente travessas e contraventamentos diagonais, aplicados em seus lugares habituais nos painéis do último andar.

11-10. CONTRAVENTAMENTO SUPERIOR COM SUPORTES DE CONTRAVENTAMENTO

Os suportes do contraventamento superior, quando usados, são colocados, um por viga de painel, em cada seção da ponte (Fig 11-3), e ficam situados sobre os painéis das treliças internas e segunda, acima dos orifícios dos parafusos de painel, próximos às mandíbulas fêmeas, deixando espaço suficiente para os quadros de contraventamento nos topos das mesas; as travessas são fixadas na parte superior dos suportes e os contraventamentos diagonais ligados nas respectivas orelhas. Para uma descrição mais pormenorizada do suporte de contraventamento superior, ver o Parágrafo 2-25.

11-11. CONTRAVENTAMENTO SUPERIOR SEM SUPORTES DE CONTRAVENTAMENTO

Quando os suportes de contraventamento superior não forem usados, os painéis do terceiro andar devem ser invertidos, de forma que as travessas e contraventamentos diagonais possam ser colocados (Fig 11-4). As travessas são adaptadas a seus assentos, abaixo da mesa superior do andar de cima e são presas por braçadeiras. Os contraventamentos diagonais são presos em seus orifícios na mesa superior dos painéis do terceiro andar. Em cada seção da ponte são empregados uma travessa e dois contraventamentos diagonais.

ARTIGO IV

MONTAGEM DA PONTE DUPLA-DUPLA

11-12. PROCESSOS

As pontes dupla-tripla são montadas normalmente, seção por seção, sobre os roletes e, em seguida, lançadas completas; no entanto, as mais extensas devem ser lançadas incompletas para reduzir o peso de lançamento. Para adicionar os painéis em todos os andares (exceto o primeiro da seção inicial) e para colocar as peças do contraven-

Digitalizado com CamScanner

tamento superior, utilizam-se guindastes montados sobre viaturas. Os painéis e o contraventamento superior também podem ser colocados com o emprego de elevadores de painéis ou à mão.

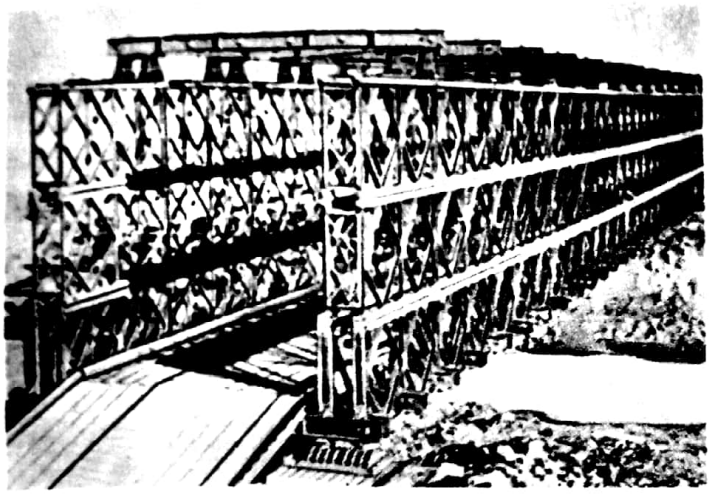


Fig 11-3. Ponte TD com contraventamento superior de equipagem

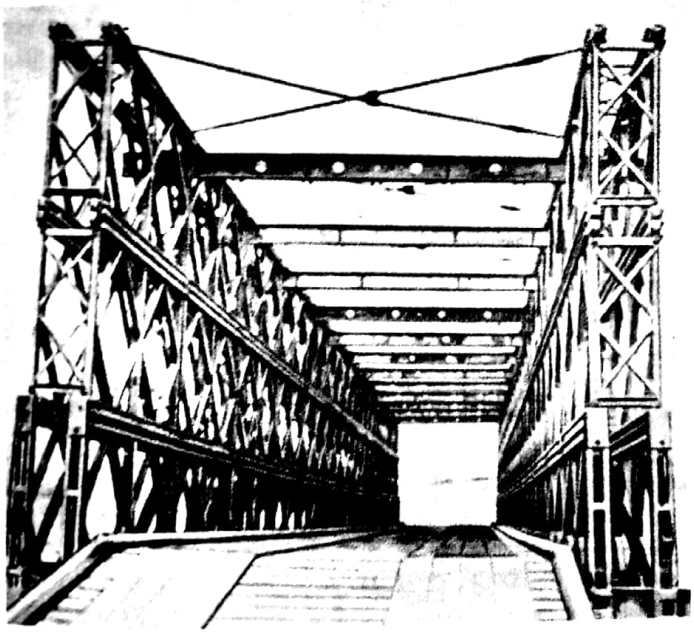


Fig 11-4. Ponte TD com contraventamento superior no último andar de painéis invertidos

11-13. NARIZ DE LANÇAMENTO

Ver parágrafo 9-9 para a montagem do nariz.

11-14. MONTAGEM

a. Primeira seção – quando o nariz estiver completo, constrói-se a primeira seção da ponte como a seguir descrito:

(1) Ligar os painéis das treliças interna e externa à ultima seção do nariz.

(2) Colocar as travessas, os contraventamentos e o tabuleiro da mesma maneira que nas pontes de andar simples.

(3) Com auxílio do guindaste, no segundo e terceiro andares, colocar os painéis, cujas pilhas devem ficar próximas ao local de operação; os quadros de contraventamento são colocados nos montantes anteriores e posteriores dos painéis dos segundo e terceiro andares e sobre as mesas do topo da ponte.

(4) Erguer os suportes de contraventamento superior com guindastes e colocá-los sobre os orifícios de parafusos de painel próximos às mandíbulas fêmeas; aparafusá-los apenas a uma das vigas de um dos lados da ponte; no outro lado, os parafusos não são colocados porque seus orifícios podem ficar desalinhados quando a travessa for colocada sobre os suportes, uma vez que as vigas tendem a se inclinar ligeiramente na direção do centro da ponte.

(5) Colocar as travessas do contraventamento superior e prendê-las em duas braçadeiras sobre cada suporte.

(6) Colocar um macaco entre o suporte que não está aparafusado e a treliça externa da ponte; forçar a viga para fora e inserir dois parafusos de painel no suporte.

(7) Colocar os contraventamentos diagonais do contraventamento superior, mas não apertá-los até que a travessa da próxima seção tenha sido fixada.

b. Demais seções – os demais painéis são colocados com o guindaste que pode erguer dois painéis previamente ligados, conduzindo-os ao seu lugar na ponte. Os pinos de painel superiores são inseridos antes dos inferiores; as travessas restantes e o material do tabuleiro são colocados enquanto os demais andares vão sendo montados.

ARTIGO V

MONTAGEM DA PONTE TRIPLA-TRIPLA

11-15. NECESSIDADES DE MÉTODOS ESPECIAIS

A montagem da ponte tripla-tripla em balanço com o nariz de lançamento não é comumente usada, porque seu elevado peso pode danificar os roletes ou as mesas inferiores dos painéis. Para sua montagem, deve ser utilizado um processo especial, como se mostra a seguir.

Digitalizado com CamScanner

a. Lançamento como ponte tripla-tripla incompleta — para reduzir o peso do lançamento e evitar sobrecarga nos roletes, as pontes TT devem ser lançadas incompletas, empregando o esquema de montagem das Tabelas 11-2 e 11-3. A ponte é montada e lançada da seguinte maneira:

(1) Levando em consideração o comprimento, montar o nariz e a ponte parcialmente, como é mostrado na Tabela 11-2, e lançá-la para os roletes da segunda margem, empregando os processos normais de montagem e lançamento.

(2) Continuar lançando a ponte sobre a brecha até que os roletes de lançamento da primeira margem fiquem sob a última seção TT; desmontar o nariz à frente dos roletes de lançamento da segunda margem (Fig 11-5).

(3) Transformar a extremidade DT em TT e adicionar suficientes seções TT para obter-se o comprimento desejado da ponte (seis seções TT, no máximo). Isto implica em atingir o comprimento necessário para todas as pontes, exceto a de 64,01 m (210'). Tendo em vista obter-se uma estrutura flexível, a seção final da ponte deve permanecer DT. A colocação do tabuleiro nas pontes iguais ou menores que 54,86 m (180') pode prosseguir para a seção final nº 2 da ponte (Fig 11-5).

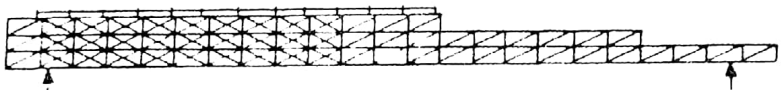
(4) Continuar lançando a ponte até que os roletes de lançamento da primeira margem fiquem, novamente, sob a última seção TT das que foram acrescentadas (Fig 11-5).

(5) Adicionar cinco seções DS, iguais ao nariz, à extremidade da primeira margem, para todos os tipos de ponte (Fig 11-5); para pontes de 64,01 m (210') de comprimento, antes de montar a cauda acima, acrescentar seções em número suficiente para se obter o comprimento desejado.

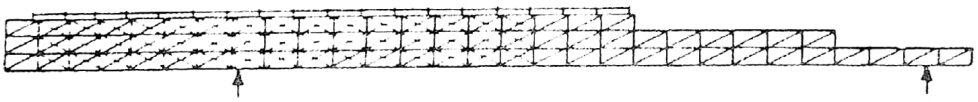
(6) Empurrar a ponte para a frente, até que três seções DT, na segunda margem, ultrapassem os roletes da segunda margem; transformar as seções DT em TT e adicionar as travessas (Fig 11-5).

(7) Puxar a ponte para trás, até a posição final; retirar a cauda DS e completar a montagem da maneira normal (Fig 11-5).

1 — Construir a estrutura inicial, levando em conta o comprimento do vão e os preceitos da Tabela 11-2.
2 — Lançar a ponte sobre a brecha até que os roletes de lançamento de primeira margem fiquem sob a última seção TT. Desmontar o nariz.

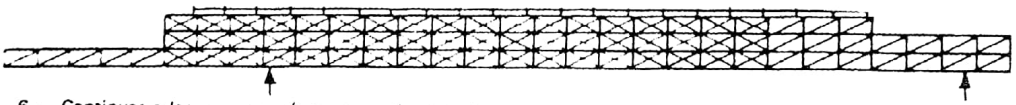


3 — Acrescentar no máximo seis seções de ponte, o que implica em atingir todos os comprimentos viáveis, menos o de 210' (64,01 m). Assentar o tabuleiro das pontes menores ou iguais a 180' (54,86 m). Construir a última seção em tipo DT.

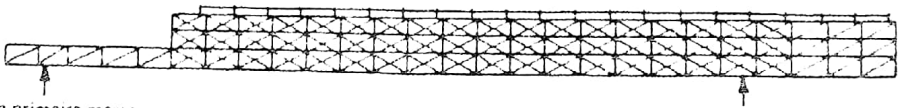


4 — Continuar lançando a ponte, até que os roletes de lançamento de primeira margem fiquem sob a última seção TT.

5 Completar as seções necessárias para 210' (64,01 m). Lançar uma estrutura DS, tipo nariz de lançamento, na cauda da ponte.



6 — Continuar o lançamento até que as seções DT ultrapassem os roletes de lançamento da segunda margem. Completar as seções DT, transformando-as em TT. Colocar as travessas.



7 — Puxar a ponte para a primeira margem; remover a cauda DS. Completar a ponte da maneira usual.

Fig 11-5. Montagem e lançamento da ponte TT incompleta

Digitalizado com CamScanner

b. Lançamento como ponte tripla-dupla, usando um pilar de lançamento temporário – uma ponte normal, tipo TD, pode ser montada e lançada utilizando um pilar temporário, construído com os componentes da equipagem. Tal pilar pode afastar-se do centro da brecha, de forma que o lance menor seja igual ou superior a 60% do vão maior. Depois que o pilar estiver completo, coloca-se uma plataforma no seu topo para suportar os macacos. Quando a ponte TD baixar sobre os berços, colocam-se os macacos no pilar para elevar a estrutura aproximadamente até o plano horizontal. Então, utiliza-se um guindaste sobre viatura para colocar os painéis do terceiro andar e o contraventamento superior. A eliminação da maior parte da flexa torna possível a colocação dos painéis do terceiro andar. Quando não for possível o emprego de um pilar fixo, pode-se usar um pilar flutuante. Os uniflotes são parcialmente cheios de água para fazer o pilar flutuar sob a ponte. Quando o pilar ocupar seu lugar definitivo, a água é bombeada e a ponte começa a elevar-se. Os Capítulos 18 e 19 devem ser consultados para que sejam consideradas as reações sobre os pilares.

ARTIGO VI

LANÇAMENTO E ABAIXAMENTO DAS PONTES DE ANDAR TRIPLO

11-16. LANÇAMENTO

Normalmente, é necessário lançar as pontes de andar triplo com auxílio de meios mecânicos. O método de lançamento encontra-se descrito no Parágrafo 10-17. Em virtude do elevado peso de lançamento de tais estruturas, os responsáveis pela sua montagem devem tomar todas as precauções possíveis para manter seu nivelamento e sua correção, pois um pequeno erro pode causar um acidente.

11-17. ABAIXAMENTO DA PONTE

Nas pontes de andar triplo não se podem empregar os processos normais de abaixamento, pois não existe espaço suficiente, nos postes terminais, para aplicação do número adequado de macacos. Por isso, há necessidade de macacos de maior capacidade, ou de se empregar um processo especial de abaixamento de pontes sobre pilares intermediários, que requer espaço, à frente dos berços, para colocação dos macacos e das escoras de madeira sob a mesa inferior, para escorar a ponte se os macacos deslizarem ou falharem (Prf 17-13).

ARTIGO VII

MONTAGEM DE PONTES COM ANDAR PENDENTE

11-18. PROCESSOS

As pontes de andar triplo com andar pendente são, normalmente, montadas e lançadas por um dos seguintes processos:

a. Com o emprego de um pilar intermediário no meio da brecha, quando isso for viável.

b. Acrescentando-se o andar pendente a uma ponte de duplo andar; este processo é utilizado quando o pilar intermediário não pode ser montado.

c. Baixando-se a ponte de duplo andar, com auxílio de macacos, aproximadamente 1,83 m (6'), para, em seguida, adicionar o terceiro andar sobre a mesa superior; este processo, pelas dificuldades do abaixamento da ponte, é muito pouco usado.

11-19. MONTAGEM USANDO PILAR DE LANÇAMENTO TEMPORÁRIO

Este processo requer um pilar de lançamento no centro da brecha e espaço suficiente abaixo do encontro da primeira margem para servir de plataforma de trabalho, de onde os painéis de andar pendente são acrescentados. A ponte é montada e lançada da maneira abaixo.

a. Montar um pilar de painéis no centro da brecha, com resistência suficiente para suportar uma ponte completa de triplo andar (Cap 18). O pilar deve ter, no mínimo, duas seções de painéis horizontais; sobre a seção do pilar voltada para a segunda margem, colocam-se roletes de lançamento à mesma altura que os roletes da primeira margem. A seção de pilar voltada para a pri-

Digitalizado com CamScanner

meira margem tem, no sentido de sua altura, um painel a menos que a seção voltada para a segunda margem; sobre esta seção mais baixa, colocam-se, também, roletes de lançamento.

b. Montar uma ponte de treliça dupla ou tripla, conforme o caso, e andar simples, usando o nariz de lançamento normal e processo de montagem para a ponte de comprimento igual à metade da largura da brecha (distância da primeira margem aos roletes de lançamento mais avançados e mais altos, sobre o pilar).

c. Tão logo o nariz alcance os roletes de lançamento do pilar, adicionar os painéis pendentes, começando a formar o segundo andar da ponte.

d. Quando os painéis pendentes alcançarem os roletes de lançamento da seção mais baixa do pilar (Fig 11-6), retirar os roletes de lançamento que se encontram sobre a seção mais alta e, em seguida, a própria seção de painéis do pilar sobre os quais estão os roletes retidos anteriormente.

e. Continuar o lançamento até que a ponte alcance os roletes de lançamento da segunda margem; retirar o nariz e colocar os postes terminais. Antes de baixar a ponte sobre os berços, retirar um andar completo do pilar e colocar sobre ele uma plataforma de trabalho.

f. Elevar o centro da ponte pelo pilar intermediário, até ficar aproximadamente nivelada, reduzindo a flecha para eliminar as dificuldades de colocação dos painéis do terceiro andar.

g. Adicionar os painéis do terceiro andar, utilizando guindaste, viatura, ou pelo processo manual.

h. Retirar o pilar, completando a ponte.

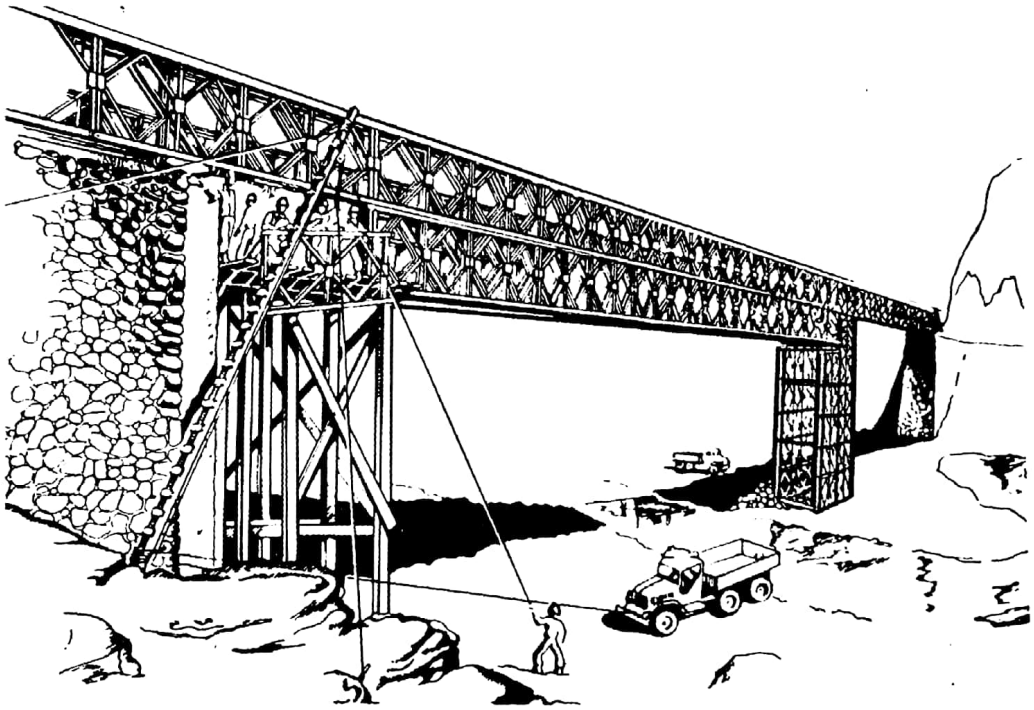


Fig 11-6. Os painéis do andar pendente alcançam a primeira seção do pilar. Neste ponto removem-se os roletes e a segunda seção do pilar para prosseguir o lançamento

11-20. MONTAGEM PARTINDO DE UMA PONTE DE DUPLO ANDAR

O andar pendente pode ser acrescentado a uma ponte de duplo andar, já montada, conforme os processos abaixo descritos.

a. Utilizando um guindaste montado sobre viatura – este é o processo mais fácil e mais rápido. Os painéis são baixados pelos lados da ponte, com o auxílio de um guindaste montado sobre viatura e presos em seus lugares com parafusos de painel; os painéis internos são colocados em primeiro lugar, com a ajuda de combinações de polias, e os painéis da outra treliça podem ser colocados, diretamente, com o guindaste.

b. Usando combinações de polias e viga de treliça simples – quando não há disponibilidade de guindastes montados sobre viaturas, ou quando o peso do guindaste provoca uma flecha muito acentuada na ponte, o andar pendente pode ser acrescentado como se segue:

(1) Depois que a ponte de andar duplo for montada e lançada, colocar roletes de montagem, externamente, e a cerca de 25,4 cm (10") da treliça externa existente; colocar o rolete da frente a 1,07 m (3'-6") da placa-base e outro a 7,62 m (25').

Digitalizado com CamScanner

(2) Montar uma viga de treliça simples com metade do comprimento da ponte, menos uma seção, tendo cautela para não exceder de doze seções.

(3) Fixar, em cada seção, uma escora no orifício interior do quadro de contraventamento do montante do painel da treliça interna; estender as escoras, horizontalmente, sobre as mesas inferiores dos painéis, de forma a se projetarem para fora da ponte.

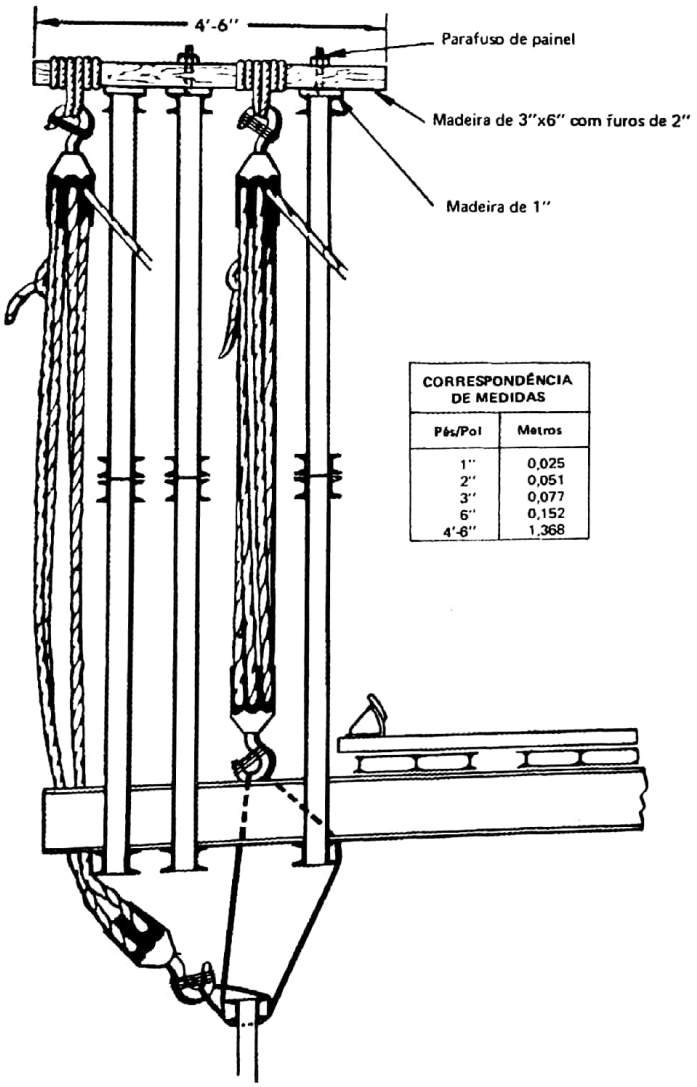
(4) Colocar sarrafos de madeira, de 7,62 x 15,24 cm (3"x6"), sobre a mesa superior da ponte, em cada quarta seção, e mantê-los no lugar através de parafusos de painel, nos furos próximos aos encaixes fêmeas; colocar um sarrafo de madeira, de 2,54 cm (1"), entre o sarrafo maior e a mesa; pendurar as combinações de polias, duplas ou triplas, em cada sarrafo, uma do lado externo, e outra entre as primeira e segunda treliças.

(5) Lançar a viga simples sobre os roletes de montagem, na margem e sobre as escoras da ponte, até atingir a posição de ser baixada; prender as polias externas à viga, retirar as escoras e então baixar a viga até que a sua mesa superior fique abaixo da mesa inferior da ponte; prender as polias internas à viga através de uma corda que passa em volta da mesa inferior da treliça interna da ponte (Fig 11-7).

(6) Retirar as polias externas e erguer a viga com as polias internas até a sua posição sob a mesa inferior da ponte.

(7) Inserir parafusos de painel e apertá-los para fixar a viga em sua posição.

(8) Retirar as polias internas e repetir o procedimento para as demais treliças.



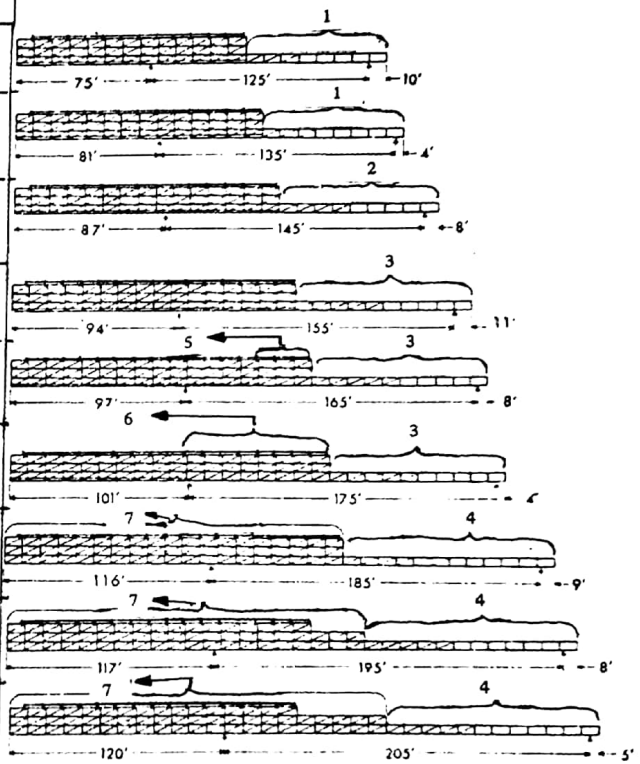
CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
1"	0,025
2"	0,051
3"	0,077
6"	0,152
4'-6"	1,368

Fig 11-7. Colocação do andar pendente com o emprego de cadernais.

Digitalizado com CamScanner

Tab 11-1. Combinações para o lançamento de pontes dupla-tripla

VÃO		PESO DE LANÇAMENTO		ABAIXA-MENTO	
Pés	Metros	Toneladas Curtas	Toneladas métricas	Polegadas	Metros
130	39,62	104,2	94,53	25	0,635
140	42,67	101,0	91,63	27	0,686
150	45,72	109,0	98,89	34	0,860
160	48,77	117,0	106,14	42	1,067
170	51,82	119,0	107,96	45	1,143
180	54,86	118,5	107,50	47	1,190
190	57,91	111,0	100,70	60	1,524
200	60,96	110,5	100,24	72	1,830
210	64,01	112,0	101,60	80	2,030



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés	Metros
4	1,219
5	1,524
8	2,438
9	2,743
10	3,048
11	3,353
75	22,860
81	24,688
87	26,518
94	28,650
97	29,566
101	30,785
116	35,356
117	35,662
120	36,580
125	38,100
135	41,150
145	44,196
155	47,245
165	50,290
175	53,340
185	56,388
195	59,440
205	62,484

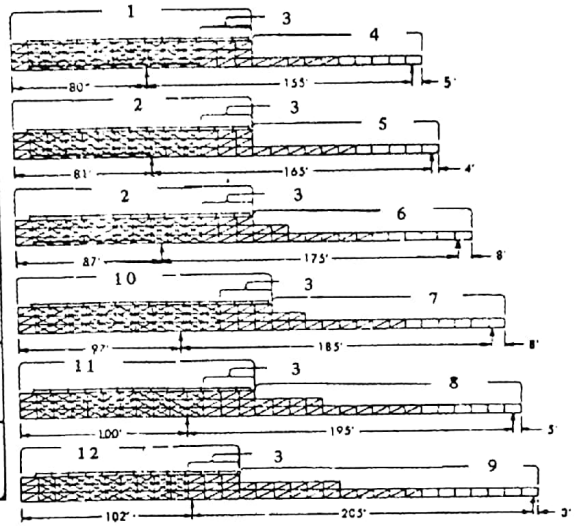
LEGENDAS – 1 – 8 seções no nariz
2 – 9 seções no nariz
3 – 10 seções no nariz
4 – 12 seções no nariz
5 – 3 seções sem tabuleiro
6 – 8 seções sem tabuleiro
7 – Todas as seções sem tabuleiro
8 – Treliça dupla com tabuleiro
9 – Treliça dupla
10 – Treliça simples

OBSERVAÇÃO – Fator de conversão de toneladas curtas em toneladas: 907,185

Digitalizado com CamScanner

Tab 11-2. Combinações para o lançamento de pontes tripla-tripla

VÃO		PESO DE LANÇAMENTO		ABAIXA-MENTO	
Pés	Metros	Toneladas Curtas	Toneladas métricas	Polegadas	Metros
160	48,77	126,5	114,76	40	1,020
170	51,82	112,5	102,06	45	1,143
180	54,86	119,0	107,96	50	1,270
190	57,91	116,0	105,23	62	1,575
200	60,96	115,0	104,33	72	1,830
210	64,01	113,5	102,97	80	2,030



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés	Metros
3	0,914
4	1,219
5	1,524
8	2,438
80	24,385
81	24,688
87	26,518
97	29,566
100	30,480
102	31,090
155	47,245
165	50,290
175	53,340
185	56,388
195	59,440
205	62,484

LEGENDAS – 1 – 14 seções de ponte (10 com tabuleiro)
2 – 14 seções de ponte (7 com tabuleiro)
3 – Uma travessa por seção
4 – 10 seções no nariz
5 – 11 seções no nariz
6 – 13 seções no nariz
7 – 14 seções no nariz
8 – 16 seções no nariz
9 – 18 seções no nariz
10 – 15 seções de ponte sem tabuleiro
11 – 14 seções de ponte sem tabuleiro
12 – 13 seções de ponte sem tabuleiro
13 – Treliça tripla
14 – Treliça dupla
15 – Treliça simples
16 – Treliça tripla, com tabuleiro

OBSERVAÇÃO – Fator de conversão de toneladas curtas em toneladas: 907,185

Digitalizado com CamScanner

Tab 11-3. Dados complementares para o lançamento de pontes de três andares

PONTE COMPLETA ANTES DO LANÇAMENTO

TIPO	VÃO		Número de seções no nariz			Distância dos engates à ponta do nariz		Distância atrás dos roletes de lançamento	
	Pés	Metros	SS	DS	DD	Pés	Metros	Pés	Metros
DT	130	39,62	5	3		30	9,14	91	27,74
	140	42,67	5	3		30	9,14	96	29,26
	150	45,72	5	4		30	9,14	102	31,28
	160	48,77	5	5		40	12,19	109	33,22
	*170	51,82	*5	*5		40	12,19	112	34,14
	*180	54,86	*5	*5		40	12,19	116	35,36
	*190	57,91	*6	*6		10 a 40	3,05		
							12,19	131	39,92
	*200	60,96	*7	*5		20 a 40	6,10		
							12,19	132	40,23
	*210	64,01	*7	*5		30 a 40	9,14		
							12,19	135	41,15
TT	*160	48,77	*5	*5		40	12,19	94 (+)	28,65
	*170	51,82	*5	*6		40	12,19	96 (+)	29,26
	*180	54,86	*6	*5	*2	40	12,19	102 (+)	31,28
	*190	57,91	*6	*6	*2	10 a 40	3,05		
							12,19	112 (+)	34,14
	*200	60,96	*6	*6	*4	20 a 40	6,10		
							12,19	115 (+)	35,05
	*210	64,01	*7	*5	*6	30 a 40	9,14		
							12,19	117 (+)	35,67

OBSERVAÇÕES – (*) Consulte o quadro à direita para o lançamento da ponte incompleta.
(+) Estimada

PONTE INCOMPLETA ANTES DO LANÇAMENTO (1)

TIPO	VÃO		Número de seções sem tabuleiro	Número de seções sem último andar	Número de seções da estrutura inicial (2)
	Pés	Metros			
DT	170	51,82	3		
	180	54,86	8		
	190	57,91	19		
	200	60,96	20	3	
	210	64,01	21	5	
TT	160	48,77	3		14
	170	51,82	6		14
	180	54,86	6		14
	190	57,91	19		15
	200	60,96	20		14
	210	64,01	21		13

(1) Ver Prf 11-15 e Fig 11-15.

(2) As três primeiras seções são construídas em tipo "DT" com apenas uma travessa (por seção). A última seção também é construída em tipo "DT" por causa da estrutura provisória, necessária à adição das seções subseqüentes.

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 12

ESTRADA DE ACESSO

12-1. CARACTERÍSTICAS

A estrada de acesso deve preencher as características abaixo.

a. Comprimento, largura e rampa — o acesso à ponte deve ter cerca de 45,7 m (em reta), de cada lado. A rampa não deve exceder de 5%. Mesmo quando a ponte for de via única, sua estrada de acesso deve ter duas pistas para facilitar o controle de tráfego.

b. Chapa de rolamento — a chapa de rolamento da estrada de acesso deve ter condições técnicas adequadas para suportar o tráfego contínuo das viaturas mais pesadas que trafegarem sobre a ponte.

c. Área de manobra — é desejável que exista em cada cabeceira da ponte uma área de manobra onde os veículos possam esperar o momento de cruzar a ponte.

12-2. CONSTRUÇÃO

a. Uso das estradas existentes — caso a ponte tenha sido construída no local de outra anteriormente destruída, a estrada de acesso remanescente deverá preencher todas as condições, logo após a remoção das minas inimigas e recuperação do leito.

b. Construção de uma nova estrada — caso a ponte tenha sido construída em um novo local, suas vias de acesso deverão ser construídas pelos processos normais de construção de estrada de rodagem.

(1) Caso o terreno seja suficientemente compacto e resistente, não há necessidade de outro trabalho além dos de drenagem, ou de adicionar-se uma camada superficial de cascalho ou asfalto, para suportar o tráfego pesado. Havendo disponibilidade, pode-se empregar esteiras de aço.

(2) Se as estradas de acesso estiverem em terreno muito ruim e não houver material suficiente para compactá-lo, acrescenta-se outros lances de rampa ou reveste-se o acesso com pranchas de madeira. Outro recurso é a construção de uma estrada de estiva.

(3) Caso as estradas de acesso tenham sido terraplenadas ou reconstruídas, há necessidade de compactar-se também os acostamentos.

c. Altura da chapa de rolamento acima do tabuleiro da rampa — para reduzir o impacto e o conseqüente deslocamento da ponte, a superfície das vias de acesso deve ficar cerca de uma polegada acima do tabuleiro da rampa.

d. Drenagem — para evitar o desmoronamento dos encontros, as valetas de drenagem devem coduzir a água das chuvas para longe das cabeceiras da ponte. Trata-se de uma exigência que jamais pode ser descuidada.

e. Postes de proteção — para evitar que as viaturas danifiquem os postes terminais da ponte, deve-se cravar em cada cabeceira e no alinhamento das treliças internas um poste de proteção com as dimensões mostradas na Figura 12-1. Caso não haja possibilidade de enterrar o poste ao nível conveniente (também mostrado na Fig 12-1), procede-se ao seu escoramento com mão francesa.

12-3. CONSERVAÇÃO

O tráfego pesado tende a provocar buracos na superfície dos acessos, principalmente nas extremidades da rampa, ocasionando aumento de impacto na ponte. Por esta razão, a ponte exige inspeção e conservação contínua. Nas cabeceiras, deve-se estocar material necessário para a conservação e reparação dos acessos, como pranchas de madeira, material de estiva, cascalho, etc.

Digitalizado com CamScanner

Poste de proteção de madeira de 8"x8"x16'6" (0,20x0,20x5,00 m)

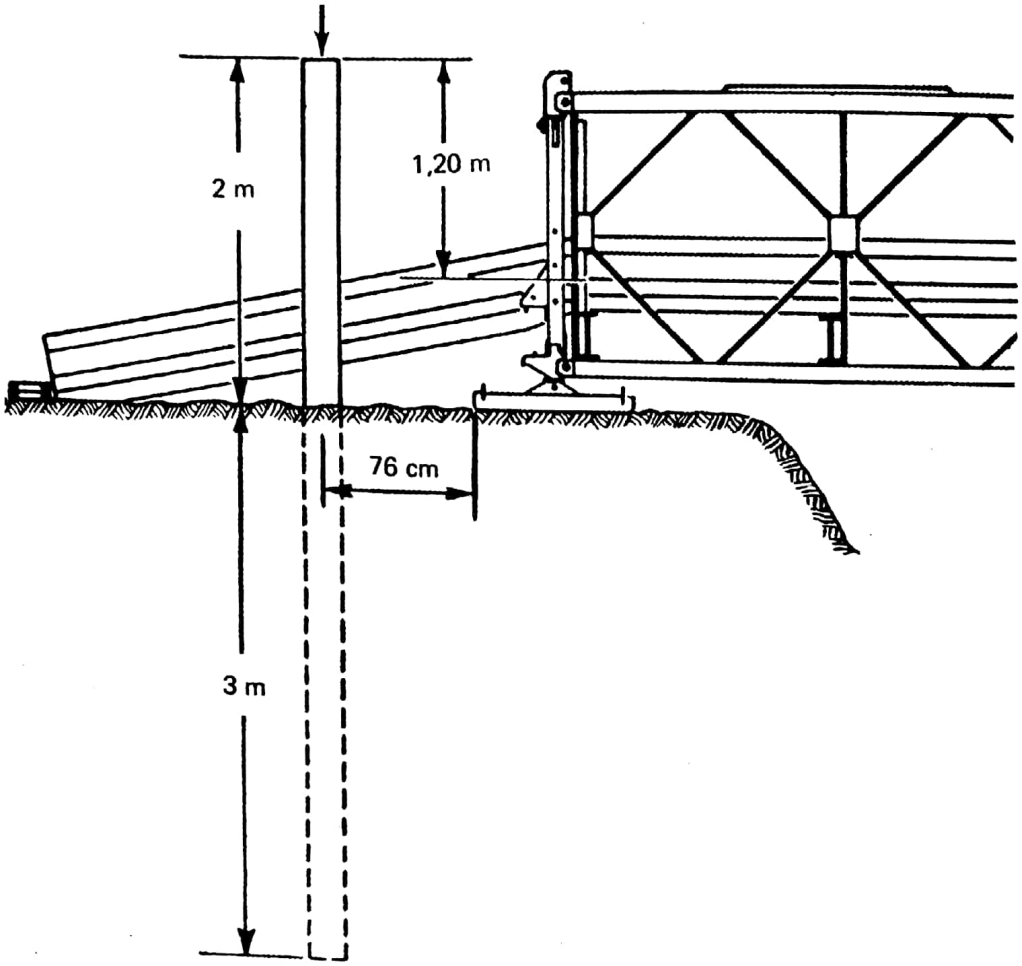


Fig 12-1. Poste de proteção para evitar que as viaturas danifiquem os postes terminais da ponte

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 13

PONTES DE DUAS VIAS OU DUAS FAIXAS DE TRÁFEGO

13-1. UTILIZAÇÃO

Em determinadas situações, o tráfego impõe o emprego de ponte de duas vias; outras vezes, o próprio local de travessia obriga a sua construção, como por exemplo quando:

a. Os pilares das pontes demolidas, sobre os quais a ponte Bailey vai ser construída, são muito estreitos para duas pontes independentes (Fig 13-1).

b. Os locais de lançamento são muito estreitos, acarretando a necessidade de deslocar lateralmente as pontes lançadas separadamente para colocá-las sobre seus berços e, por este motivo, se torne mais fácil construir uma ponte de duas vias.

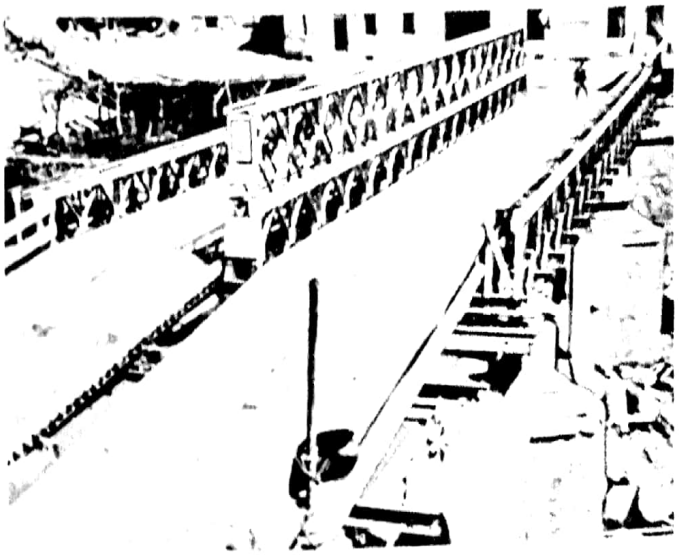


Fig 13-1. Ponte de dupla via sobre os pilares de alvenaria de uma ponte demolida

13-2. DESCRIÇÃO GERAL

a. Montagem — a ponte é montada com as peças padronizadas da equipagem, consistindo de duas vigas externas, independentes, e uma viga central, comum às duas pistas, sobre a qual as travessas justapostas ocupam sedes alternadas; a viga média suporta, aproximadamente, metade da carga total e deve ser cerca de duas vezes mais forte que as laterais.

b. Tipos de ponte — são utilizadas somente os tipos de pontes mostrados nas Figuras 13-2 a 13-7, e relacionados na Tabela 13-1; a tabela também fornece os vãos máximos que podem ser montados e lançados com a equipagem padronizada; os vãos mais extensos somente podem ser lançados por processos especiais (Prf 13-10).

13-3. CLASSES

As classes das pontes de duas vias são idênticas às das pontes de via única e a montagem semelhante à das vigas externas de pontes de mesmo comprimento (Tab 13-2).

13-4. LIMITAÇÕES

As pontes de duas vias têm as seguintes limitações:

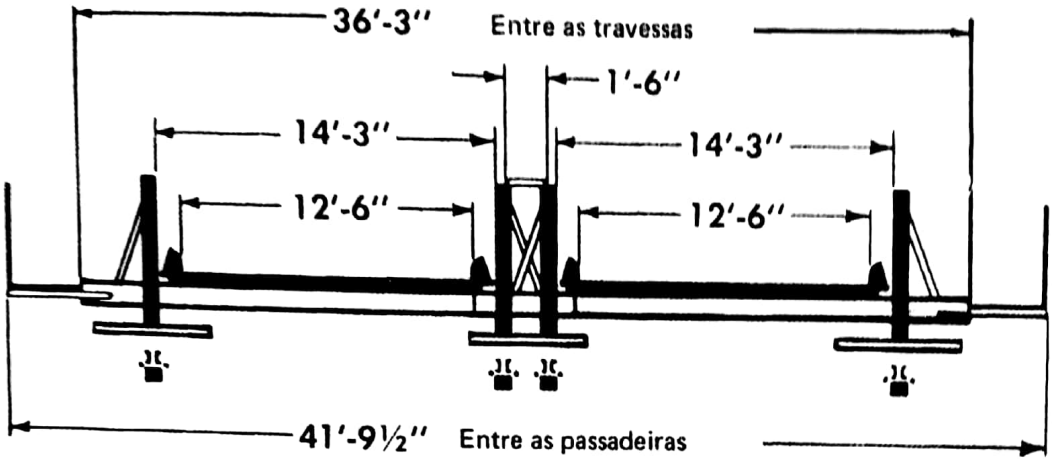
a. O vão máximo que pode ser lançado pelos processos padronizados é de 48,77 m (160').

b. O lançamento e o abaixamento da ponte, por meio de macacos, são mais difíceis que no caso de pontes de única via (Prf 13-10).

13-5. NÚMERO DE PEÇAS E RESERVA

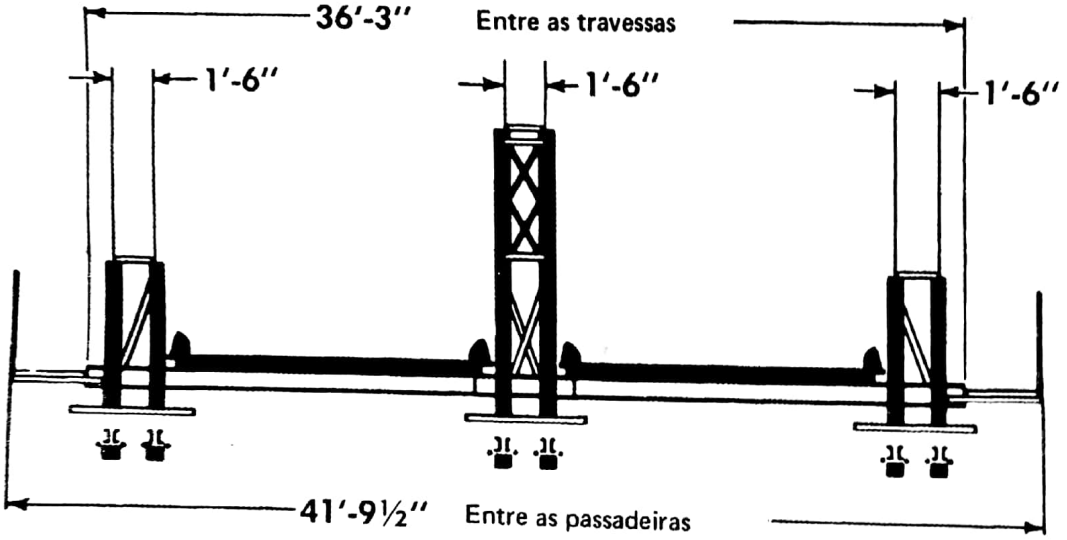
A Tabela 13-3 contém o formulário para o cálculo do número de peças e a reserva necessários para a monta-

Digitalizado com CamScanner



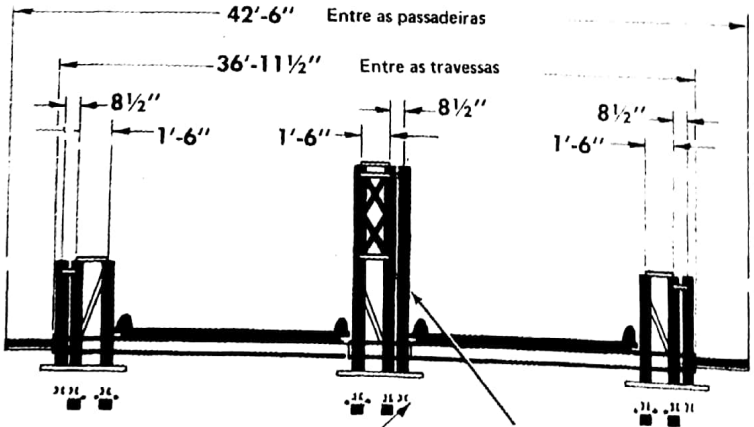
CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
1'-6"	0,457
12'-6"	3,810
14'-3"	4,340
36'-3"	11,050
41'-9,5"	12,740

Fig 13-2. Ponte de duas vias, SS, DS



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
1'-6"	0,457
36'-3"	11,050
41'-9,5"	12,740

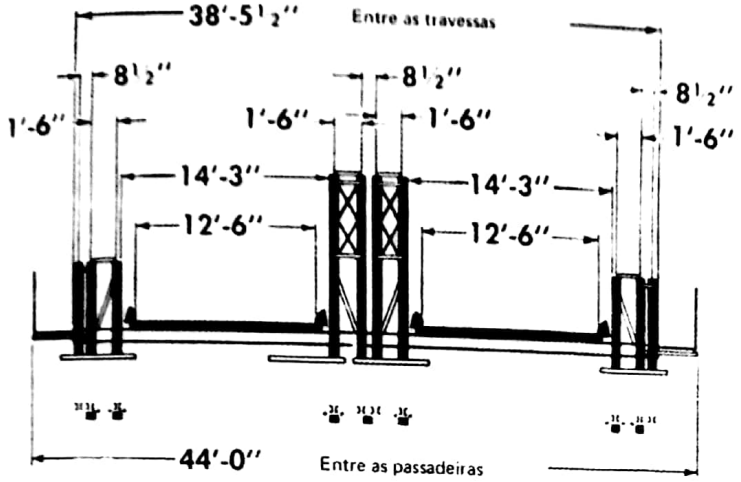
Fig 13-3. Ponte de duas vias, DS, DD



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
8 1/2"	0,216
1'-6"	0,457
36'-11 1/2"	11,270
42'-6"	12,950

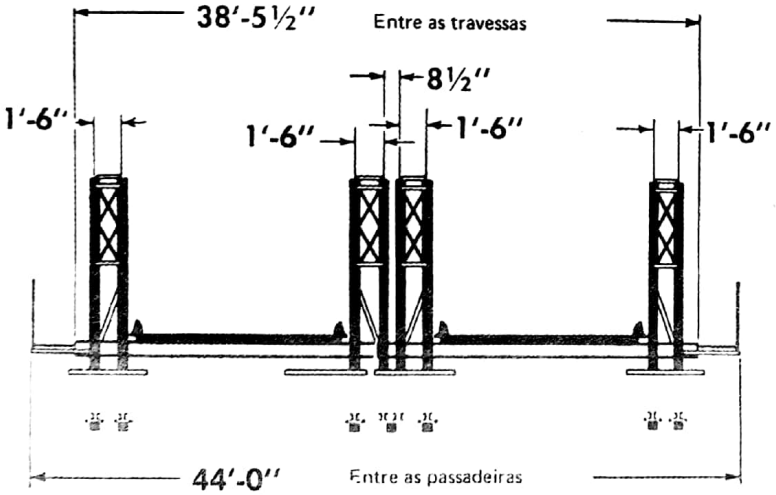
Fig 13-4. Ponte de dupla via, TS, TD

Digitalizado com CamScanner



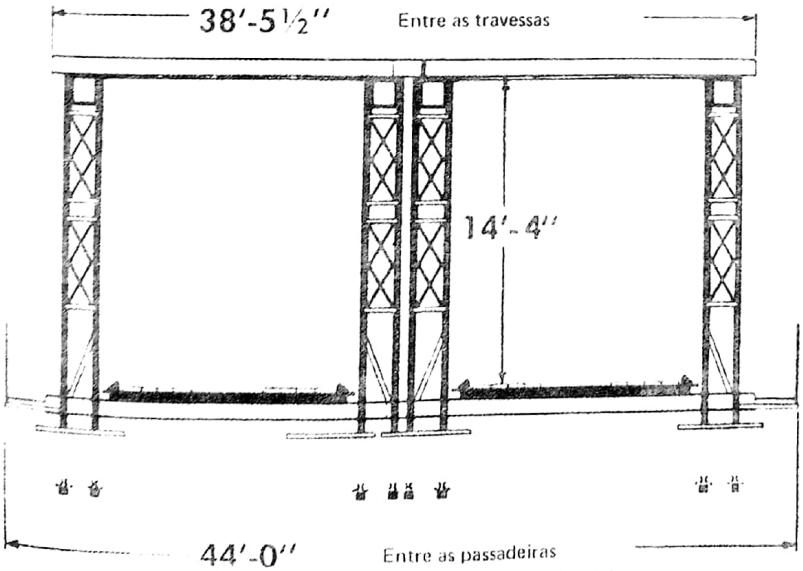
CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
8 1/2"	0,216
1'-6"	0,457
12'-6"	3,810
14'-3"	4,340
38'-5 1/2"	11,720
44'	13,410

Fig 13-5. Ponte de dupla via, TS, QD



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
8 1/2"	0,216
1'-6"	0,457
38'-5 1/2"	11,720
44'	13,410

Fig 13-6. Ponte de dupla via, DD, QD



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
14'-4"	4,370
38'-5 1/2"	11,720
44'	13,410

Fig 13-7. Ponte de dupla via, DT, QT

Digitalizado com CamScanner

gem da ponte e do nariz. A mesma porcentagem de reserva para pontes de única via é utilizada para as de duas vias.

13-6. TRANSPORTE

O carregamento dos componentes das pontes de duas vias obedece aos mesmos princípios e tem as mesmas características do carregamento padronizado da ponte de única via.

13-7. PORMENORES DA MONTAGEM

Os pormenores de montagem abaixo mostram as principais diferenças na construção de uma ponte de via única e uma de dupla via.

a. Assentamento das travessas nas pontes TS – TD – em relação a uma das vias, o espaçamento das treliças nas vigas da ponte TS – TD é normal; no entanto, em relação à outra via, as duas treliças mais próximas, pertencentes à viga central, são espaçadas de apenas 21,59 cm (8 1/2''), em vez de 45,72 cm (1'-6''); em conseqüência, as travessas desta via não se ajustam nos pinos-guia dos assentos da treliça central, o que implica em sua retirada ou na abertura de furos na travessa (Fig 13-8).

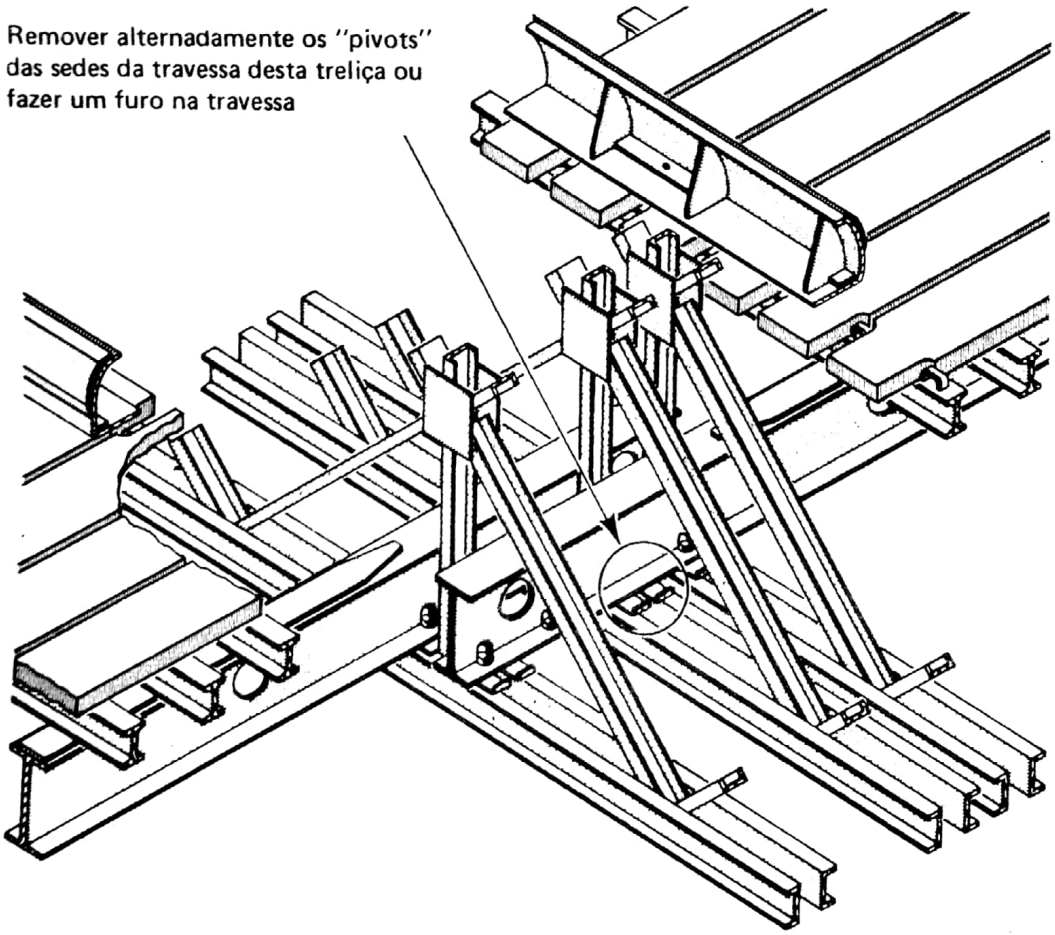


Fig 13-8. Colocação das travessas nas pontes TS, TD

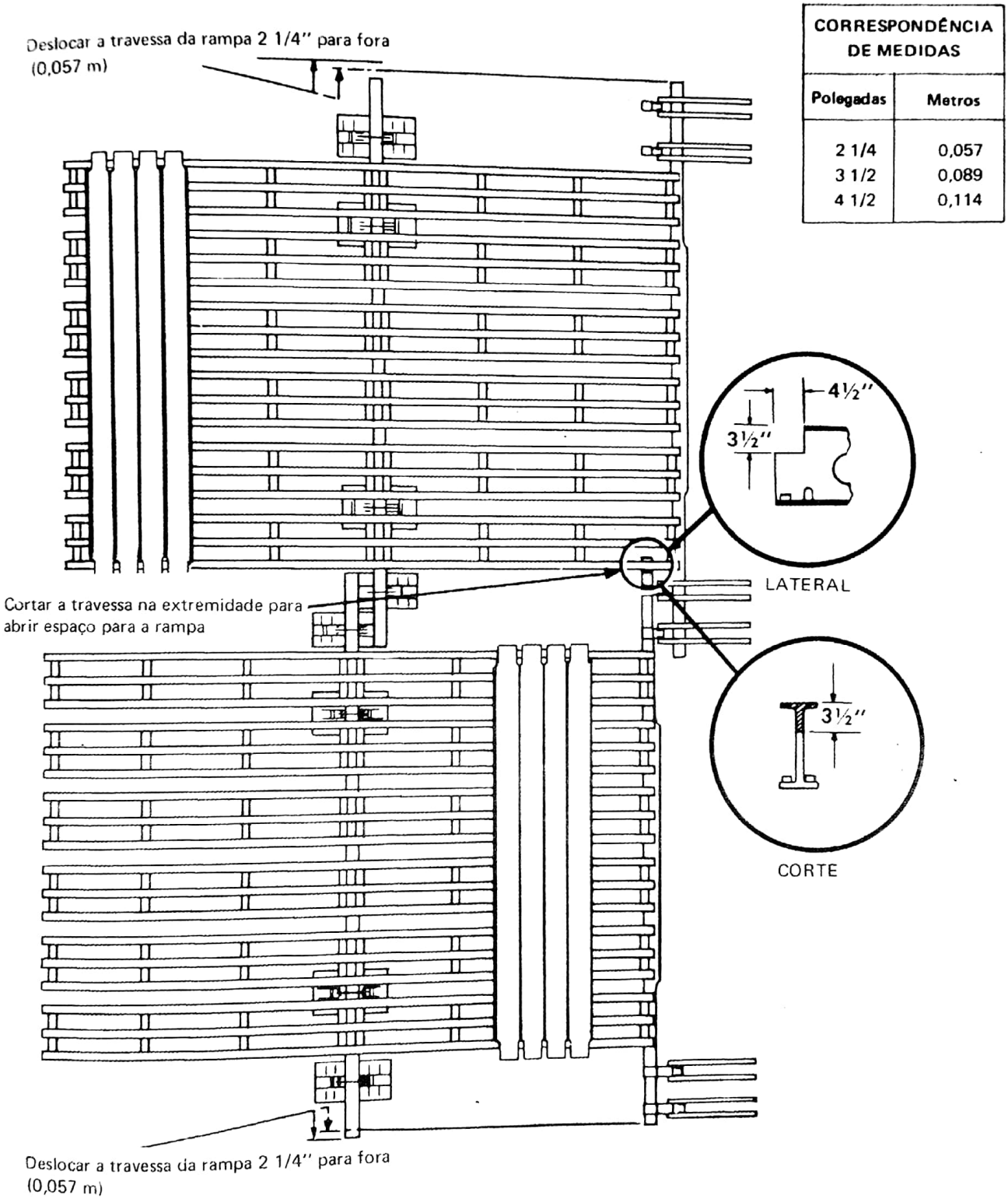
b. Folga da rampa – para assegurar uma folga entre as travessas e as rampas das pontes SS – DS e DS – DD, deve ser cortado um entalhe de 11,43 x 8,89 cm (4 1/2'' x 3 1/2'') na travessa apoiada nos postes terminais e as travessas da rampa devem ser deslocadas de 5,71 cm (2 1/4'') a contar do eixo central da ponte (Fig 13-9).

c. Nariz de lançamento – o comprimento e o tipo de montagem dos narizes de lançamento das pontes de duas vias são dados na Tabela 13-2.

(1) Pontes SS – DS e DS – DD – os narizes das pontes SS – DS e DS – DD consistem em três treliças SS. Um nariz de comprimento adequado é montado com

Digitalizado com CamScanner

todos os contraventamentos em uma das vias; na segunda via, uma treliça simples é adicionada e ligada à treliça central por travessas que se justapõem às da primeira via; a esta segunda via (no nariz) acrescentam-se escoras e omitem-se os contraventamentos diagonais (Fig 13-10).



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Polegadas	**Metros**
2 1/4	0,057
3 1/2	0,089
4 1/2	0,114

Fig 13-9. Detalhes das rampas das pontes SS, DS e DS, DD

Digitalizado com CamScanner

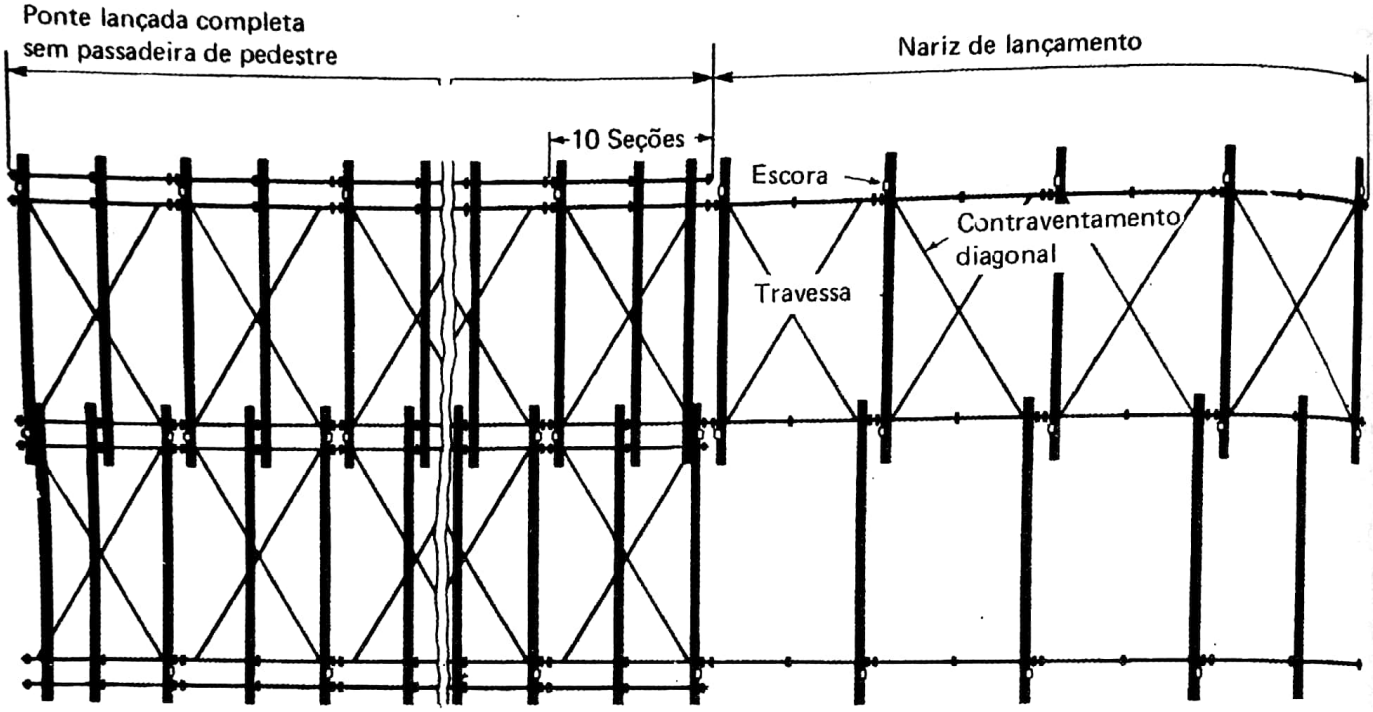


Fig 13-10. Nariz de lançamento típico para as pontes de dupla via SS-DS e DS-DD

(2) Pontes TS – TD, TS – QD e DD – QD – os narizes das pontes TS – TD, TS – QD e DD – QD, normalmente, consistem em vigas externas SS e duas vigas centrais, também SS (Fig 13-11). Entretanto, em todas as vigas, as duas últimas seções do nariz de pontes de 42,67 m (140') DD – QD e as três últimas seções do nariz das pontes de 45,72 m ou 48,77 m (150' ou 160') DD – QD são do tipo de treliça dupla. Em todos os casos, as travessas são colocadas em sedes alternadas e o nariz é contraventado, da mesma forma que na montagem normal (única via). As travessas ligam as vigas dos narizes das pontes TS – TD, o que não ocorre nas vigas dos narizes das pontes TS – TD e DD – QD, que não podem ser ligadas, porque as mesmas não possuem comprimento suficiente, exceto nas seções (de nariz) do tipo DS – QS.

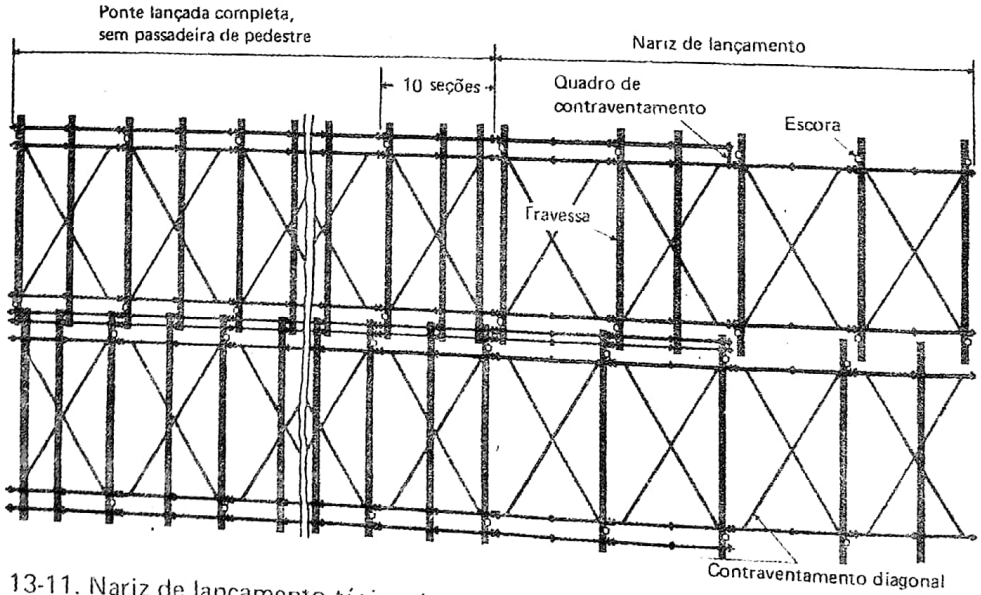


Fig 13-11. Nariz de lançamento típico das pontes de dupla via DD-QD de 140' (42,67 m) a 160' (48,77 m). O nariz de lançamento das pontes TS-TD, TS-QD e das demais DD-QD é similar, com travessas extras e com omissão de duas seções DS-QS

Digitalizado com CamScanner

13-8. DESTACAMENTOS DE TRABALHO E TEMPO DE MONTAGEM

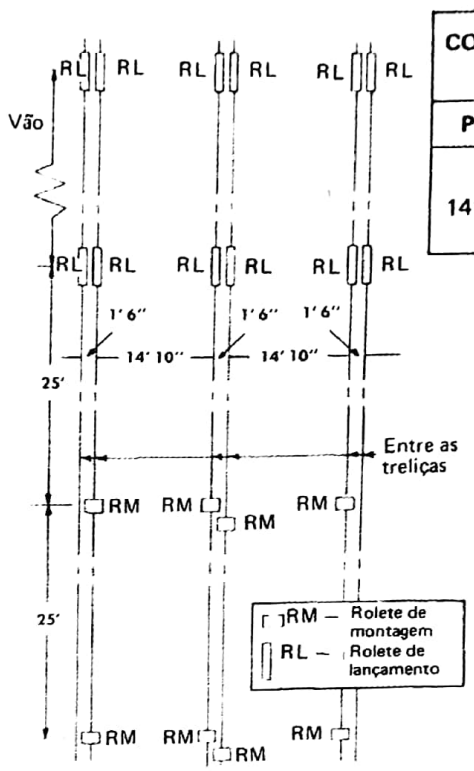
a. **Turmas de montagem da ponte de única via** — conservando a mesma organização das turmas de montagem das pontes de única via, a construção de uma ponte de duas vias toma um tempo ligeiramente maior que o dobro do tempo utilizado para se montar a primeira.

b. **Organização especial** — com o efetivo especialmente organizado (Tab 13-4), o tempo de montagem de uma ponte de duas vias é ligeiramente menor que o dobro do tempo utilizado para pontes de única via.

c. **Turmas de descarga e segurança** — as turmas de descarga e segurança são as mesmas empregadas nas pontes de única via.

13-9. LOCAÇÃO DOS ROLETES

As Figuras 13-2 a 13-7 mostram o espaçamento lateral dos roletes de lançamento dos vários tipos de pontes de dupla via. As cargas sobre os roletes das vigas externas são as mesmas das pontes de única via; porém, como as cargas da viga central são aproximadamente o dobro das cargas das vigas externas, é necessário colocar sob elas um número de roletes de montagem adequado para evitar sobrecarga. Tais roletes de montagem devem estar escalonados para assegurar uma folga entre si (Fig 13-12). O Capítulo 7 descreve um processo para uso de uma travessa na locação dos berços dos roletes de lançamento, os quais são empregados também na segunda margem, em todas as pontes, exceto as do tipo SS — DS que podem receber roletes de montagem.



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
1'-6"	0,457
14'-10"	4,520
25'	7,620

Fig 13-12. Vista elevada dos roletes para lançamento de uma ponte de dupla via. Atentar para a disposição dos roletes de montagem

13-10. MONTAGEM E LANÇAMENTO

Os métodos de montagem e lançamento das pontes de duas vias não diferem dos empregados nas pontes de única via, mesmo quando as turmas são especialmente organizadas segundo a Tabela 13-4.

a. **Montagem das pontes SS — DS e DS — DD**

(1) Montar o nariz de lançamento de uma das vias com contraventamentos diagonais em todas as seções, usando engates de elevação do nariz, se necessário; colocar uma travessa atrás dos montantes dianteiros dos painéis da primeira seção e uma travessa à frente dos montantes posteriores em todas ligações entre os painéis, fixando escoras nestas ligações.

(2) Acrescentar a terceira treliça da outra via, usando engates de elevação do nariz (se necessário); colocar uma travessa na segunda via, à frente dos montantes centrais dos painéis de todas as ligações, fixando-as com escoras e braçadeiras.

(3) Montar a ponte da mesma maneira que as de única via, mantendo os painéis de uma pista uma seção à frente dos painéis da outra; prender todos os quadros de contraventamento como nas pontes de única via.

b. **Montagem das pontes TS — TD, TS — QD e DD — QD** — montar a ponte da mesma maneira que as de única via, mantendo os painéis de uma das vias uma seção à frente dos da outra; nas vigas centrais de treliças dupla ou tripla, fixar os quadros de contraventamento, as chapas de ligação e as escoras, como nas pontes de única via; quando a viga central for de treliça quádrupla, não se aplicam chapas de ligação entre as treliças centrais; usar o número necessário de quadros de contraventamento e escoras (Fig 13-2 e 13-7).

c. **Montagem da ponte DT — QT** — montar a ponte DT — QT da mesma maneira que a DD — QD; no entanto, quando usar suportes de contraventamento superior em ambas as vias, certificar-se de que os encaixes fêmeos dos painéis de uma via estão colocados na direção oposta à da outra, evitando problemas de assentamento nas travessas sobrepostas.

d. **Lançamento** — A Tabela 13-2 dá o peso do lançamento por tipo de ponte. As pontes mais leves relacionadas na tabela podem ser lançadas por processo idêntico ao das pontes de única via; o lançamento das pontes mais

Digitalizado com CamScanner

pesadas pode ser realizado com auxílio de viaturas com guincho, sarilhos, tratores, etc.; deve-se tomar cuidado para que os roletes não sejam sobrecarregados e que o centro de gravidade da ponte e nariz se mantenha à retaguarda dos roletes de lançamento da primeira margem. As pontes de vão maiores que os relacionados na Tabela 13-1 podem ser lançadas pelos seguintes processos:

(1) Calçar a ponte sobre madeira (untada de graxa) para dar maior apoio ao longo da mesa inferior das vigas; a carga da ponte não deve exceder a resistência à compressão da madeira.

(2) Lançar a ponte sem tabuleiro, para reduzir a carga sobre os roletes de lançamento.

(3) Usar uma peça especial de conexão de roletes para montar dois roletes de lançamento em linha, sob cada treliça.

e. Macacos

(1) Pontes de duas vias, vão simples – a movimentação da ponte de duas vias por meio de macacos é feita da mesma maneira que as de única via.

(2) Pontes de duas vias, sobre pilares – o Capítulo 18 versa sobre o assunto; as Tabelas 13-5 e 13-6 dão, em relação aos vãos adjacentes de pontes de duas vias, contínuas, os comprimentos máximos que podem ser operados com macacos, sobre pilares intermediários, dispostos como mostram as Figuras 17-19 e 17-20.

13-11. PONTES DE DUAS VIAS, REFORÇADAS

As pontes de duas vias são reforçadas pela adição de treliças, andares ou mesas de reforço, empregando os mesmos processos de reforçamento das pontes de única via (Prf 9-20, 9-22, 10-19 e 10-20); normalmente, o reforçamento é necessário para, apenas, uma das vias; nas pontes de classe superior a 70, o sistema de tabuleiro deve ser equipado com quatro travessas por seção, em vez de duas, e com piso de uso para proteção contra o desgaste dos pranchões.

a. Montagem das treliças – a Tabela 13-7 dá a montagem das treliças para pontes de duas vias, reforçada.

b. Processos de reforçamento – os andares podem ser acrescentados ao topo das vigas já existentes, ou podem ser pendentes; no entanto, quando a viga central é reforçada para andar triplo, os painéis devem ser pendentes, a menos que a viga externa reforçada também seja de andar triplo, pois, de outra forma, o contraventamento superior não pode ser instalado.

(1) Reforçamento de uma viga externa – uma ponte de duas vias pode ser reforçada aumentando-se a capacidade, apenas, de uma viga externa; contudo, a pista reforçada terá a capacidade de ponte de única via, do mesmo tipo que a da viga externa reforçada, isso mesmo quando a outra pista estiver sem carga.

(2) Reforçamento de uma viga externa e da viga central – se a viga externa e a central forem reforçadas, a via compreendida entre ambas terá a mesma capacidade de uma ponte de única via com a mesma montagem que a viga externa reforçada, sem haver necessidade de interditar a outra via ao tráfego.

13-12. TRANSFORMAÇÃO DE PONTES DE ÚNICA VIA EM PONTES DE DUAS VIAS

Para transformar uma ponte de única via em ponte de duas vias, sem interditar o trânsito por um período muito longo, deve-se adotar um dos processos adiante descritos.

a. Se houver necessidade de centrar a ponte sobre o antigo eixo, proceder como se segue:

(1) Remover as rampas de ambas as cabeceiras e erguer a ponte com macaco alternadamente; estender, em cada margem, perpendicularmente ao eixo da ponte, uma travessa, sobre três roletes de montagem, de forma que os ressaltos das escoras fiquem diretamente sob os espaços entre as vigas das seções finais; acrescentar seções auxiliares extras à ponte, antes de colocar as travessas, se houver espaço insuficiente na margem para a execução da tarefa.

(2) Preparar novas fundações, levando em consideração que a fundação da viga central deve ter o dobro da largura das externas.

(3) Abaixar a ponte sobre as travessas em repouso nos roletes e deslocar a ponte, lateralmente, para a nova posição.

(4) Colocar os berços da ponte na nova posição, dispondo-os sob as extremidades originais da ponte ou sob as novas extremidades, se for o caso, decorrentes da adição de novas seções (auxiliares), dependendo das condições das margens, abaixar a ponte sobre os berços.

(5) Colocar as rampas e liberar a via simples ao tráfego (Fig 13-13).

(6) Colocar roletes de lançamento para a terceira viga e lançá-la pelo processo de viga simples de acordo com as preleções do Capítulo 21 (Fig 13-13), ou empre-

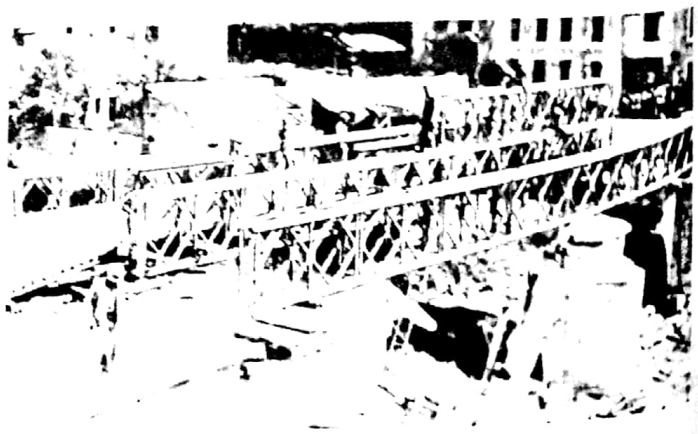


Fig 13-13. Transformação de uma ponte de única via em ponte de dupla via, mediante o processo da treliça simples para a montagem da segunda pista

Digitalizado com CamScanner

gando o guindaste montado sobre viatura, operando sobre o tabuleiro da via montada.

(7) Ligar a terceira viga, com travessas, ao restante da ponte, usando o guindaste, se houver disponibilidade; caso contrário, ou se a flecha for acentuada, acrescentar o segundo andar à viga central, antes de efetuar a sua ligação com a terceira viga, por meio de travessas.

(8) Acrescentar o segundo andar à viga central.

(9) Colocar o tabuleiro na segunda via.

b. Se a ponte em transformação puder permanecer na mesma posição, procede-se da seguinte maneira:

(1) Ergue-se a ponte, com macacos, e dobra-se a área da fundação sob a viga central; abaixa-se a ponte. Se o comprimento da ponte tiver que ser aumentado, adicionam-se as seções extras necessárias e localizam-se os berços e as fundações em suas novas posições.

(2) Procede-se como no caso anterior para o trabalho restante.

Digitalizado com CamScanner

Tab 13-1. Tipos, vãos máximos e peso, por seção, das pontes de painéis de duas vias

– PONTES –

TIPO DE CONSTRUÇÃO		SÍMBOLO	VÃO MÁXIMO (1)		LARGURA TOTAL		PESO POR SEÇÃO (2) (4) (toneladas curtas)
Treliça externa	Treliça central		Pés	Metros	Pés/Pol	Metros	
Simples – simples	Dupla – simples	– SS – DS	–	–	36' 3"	11,05	5,5
Dupla – simples	Dupla – dupla	– DS – DD	–	–	36' 3"	11,05	6,8
Tripla – simples	Tripla – dupla	– TS – TD	120	36,58	36' 11 1/2"	11,26	8,0
Tripla – simples	Quádrupla – dupla	– TS – QD	140	42,67	38' 5 1/2"	11,72	8,7
Dupla – dupla	Quádrupla – dupla	– DD – QD	160	48,77	38' 5 1/2"	11,72	9,3
Dupla – tripla	Quádrupla – tripla	– DT–QT (3)	160	48,77	38" 5 1/2"	11,72	12,9

– NARIZ –

Simples – simples	Simples – simples	– SS – SS	–	–	–	–	1,6
Simples – simples	Dupla – simples	– SS – DS	–	–	–	–	2,0 (4)
Dupla – simples	Quádrupla – simples	– DS – QS	–	–	–	–	3,3

OBSERVAÇÕES – 1) Limitado pela sobrecarga nos roletes de lançamento;

2) Tabuleiro completo, sem piso de uso e passadeira de pedestre, que pesam, respectivamente, 17 t e 7 t, por secção;

3) Lançada como ponte de dois andares.

4) Fator de conversão de toneladas curtas em toneladas = 907,185.

Digitalizado com CamScanner

Tab 13-2. Classes das pontes de dupla via

VÃO		SS – DS				DS – DD				TS – TD				TS – QD				DD – QD					DT – QT	
																					Seções no nariz			
Metros	Pés	Classe	Peso de lançamento (ton curtas)	Flecha (Pol)	Seções no nariz (SS – SS)	Classe	Peso de lançamento (ton curtas)	Flecha (Pol)	Seções no nariz (SS – SS)	Classe	Peso de lançamento (ton curtas)	Flecha (Pol)	Seções no nariz (SS – DS)	Classe	Peso de lançamento (ton curtas)	Flecha (Pol)	Seção no nariz SS – DS	Classe	Peso de lançamento (ton curtas)	Flecha (Pol)	(SS – DS)	(DS – QS)	Classe	Vão (Pés)
9,14	30	30/30	21	4	2																			30
12,19	40	24	28	5	3																			40
15,24	50	24	33	7	3																			50
18,29	60	20	41	10	4	65/65	48	7	4															60
21,34	70	20	48	14	5	60/60	55	9	4															70
24,38	80	16	53	18	5	50/55	64	14	5															80
27,43	90					40/45	72	20	6	65/65	85	19	6	65/65	91	19	6							90
30,48	100					30/30	79	23	6	50/55	93	22	6	50/55	100	22	6							100
33,53	110					20	87	33	7	35/40	103	30	7	35/40	111	30	7	65/70	118	22	7			110
36,58	120					16	96	45	8	30/35	111	34	7	30/35	119	34	7	45/55	127	24	7			120
39,62	130									20	121	47	8	20	130	47	8	35/45	138	31	8			130
42,67	140									16	131	62	9	16	141	62	9	30/35	152	38	7	2	70/70	140
45,72	150																	24	163	41	6	3	60/60	150
48,77	160																	16	152	45	7	3	55/55	160

OBSERVAÇÕES – 1) Fator de conversão de toneladas curtas em toneladas = 907,185

2) Fator de conversão de polegadas em centímetros = 2,54

3) Para a classe da ponte, onde aparecem dois números o que está à esquerda refere-se às viaturas sobre rodas e o à direita às viaturas sobre lagartas.

Digitalizado com CamScanner

Tab 13-3. Formulário para o cálculo das peças e sobressalentes das pontes de duas vias e respectivos narizes de lançamento

(Continua)

PEÇAS	PONTES			NARIZ	
	CONSTRUÇÃO	FÓRMULA (1)	SOBRESSALENTES (3)	FÓRMULA (2)	SOBRESSALENTES (3)
Suporte de passadeira	Todas	4N + 2	2 ou 4		
Berço	SS–DS	8			
	DS–DD	12			
	TS–TD	12			
	TS–QD	14			
	DD–QD	14			
	DT–QT	14			
Parafuso de contraventamento	SS–DS	12N + 8	25%	6n + 2	25%
	DS–DD	24N + 12	----------	8n	
	TS–TD	30N + 14	----------		
	TS–QD	36N + 20	----------	8n	
	DD–QD	40N + 24	----------		
				8n + 36 (140')	
				8n + 52 (150'-160')	
	DT–QT	56N + 40			
Parafuso de painel	DS–DD	4N	10%		
	TS–TD	6N			
	TS–QD	8N			
	DD–QD	16N			
	DT–QT	40N			
Parafuso do poste terminal	Todas		4		
Parafuso de rodapé	Todas		10%		
– da ponte	...	16N			
– da rampa	...	64			
Contraventamento diagonal					
– sem contraventamento superior	Todas	4N	10% a 4 max.	SS–DS e DS–DD 2n; demais 4n	1 ou 2
– com contraventamento superior	DT–QT	8N–4			
Pranchão	Todas	...	10% a		
– da ponte	....	26N	20 max.		
– da rampa	....	104			
Braçadeira da travessa	SS–DS	10N	10% a	4n + 2	10%
	DS–DD	14N	20 max.		
	TS–TD	21N	----------	6n + 3	
	TS–QD	22N	----------	4n + 2	
	DD–QD	18N	----------	4n + 2	
				4n + 19 (140')	
				4n + 25 (150'-160')	
	DT–QT	18N			
Passadeira de pedestre	Todas	2N	2		
Quadro de contraventamento	SS–DS	N	10%		1 ou 2
	DS–DD	4N + 1			
	TS–TD	4N + 1			
	TS–QD	6N + 2			
	DD–QD	8N + 4			
				9 (140')	
				13 (150'-160')	
	DT–QT	12N + 8			
Painel	SS–DS	4N	10% a	3n	10%
	DS–DD	8N	10 max.		
	TS–TD	12N	----------	4n	
	TS–QD	14N	----------		
	DD–QD	16N	----------	4n	
				4n + 8 (140')	
				4n + 12 (150'-160')	
	DT–QT	24N			

Digitalizado com CamScanner

Tab 13-3. Formulário para o cálculo das peças e sobressalentes das pontes de duas vias e respectivos narizes de lançamento

(Conclusão)

PEÇAS	PONTES			NARIZ	
	CONSTRUÇÃO	FÓRMULA (1)	SOBRESSALENTES (3)	FÓRMULA (2)	SOBRESSALENTES (3)
Pedestal de rampa	Todas	16			
Pino de painel	SS–DS	8N + 8	20% a 50 max.	6n–6	20%
	DS–DD	16N + 12			
Contra-pino	TS–TD	24N + 18	25% a 70 max.	8n–8	25%
	TS–QD	28N + 20			
	DD–QD	32N + 16		8n–8	
				8n (140')	
	DT–QT	48N		8N + 8 (150'-160')	
Pino de contraventamento diagonal (sobressalentes)	Todas	. . .	12	----------	20% a 30%
Placa-base	SS–DS	6			
	DS–DD	6			
	TS–TD	6			
	TS–QD	8			
	DD–QD	8			
	DT–QT	8			
Chapa de ligação	TS–TD	4N + 2	10%		
	TS–QD	2N + 2			
Poste terminal macho	SS–DS	4	2		
Poste terminal fêmeo	DS–DD	6	2		
	TS–TD	9			
	TS–QD	10			
	DD–QD	8			
	DT–QT	8			
Poste de corrimão	Todas	4N + 2	10% a 4 max.		
Escora	SS–DS	4N + 4	10%		
	DS–DD	4N + 4	----------	3n + 1	2
	TS–TD	3N + 3	----------		
	TS–QD	4N + 4	----------		
	DD–QD	4N + 4	----------	4n	
	DT–QT	4N + 4	----------		
Estrado de viga de rampa com botões	Todas	16			
Estrado de viga de rampa simples	Todas	32			
Vigota de rodapé	Todas				
– da ponte		4N			
– da rampa		16			
Estrado de viga de tabuleiro com botões	Todas	4N	10%		
Estrado de viga de tabuleiro simples	Todas	8N	10% a 4 max.		
Suporte de contraventamento superior	DT–QT	4N	10% a 4 max.		
Travessa					
– da ponte				SS–DS, DS–DD, TS–TD, TS–QD: 2n+1	
– sem contraventamento superior	Todas	4N + 2	10% a 4 max.		1
– com contraventamento superior	DT–QT	6N + 2	----------	DD–QD 2n + 1	
– da rampa	Todas	4	----------	2n + 2 (140'-160')	

OBSERVAÇÕES – (1) N = Número de seções da ponte
(2) n= Número de seções do nariz (ver Tabela 13-1)
(3) Os sobressalentes não foram incluídos nas fórmulas e devem ser adicionados.

Digitalizado com CamScanner

Tab 13-4. Organização das turmas de construção

TURMAS	Número de graduados e soldados, segundo os vários tipos de pontes				
	SS–DS	DS–DD	TS–TD	TD – QD	DD–QD
Painel	2–28	2–28	2–48	2–54	3–64
– Transporte	(24)	(24)	(42)	(48)	(56)
– Pinos	(4)	(4)	(6)	(6)	(8)
Travessas	2–18	2–18	2–20	2–20	2–20
– Transporte	(16)	(16)	(16)	(16)	(16)
– Braçadeiras	(2)	(2)	(4)	(4)	(4)
Contraventamento	2–14	2–18	2–21	2–26	2–28
– Contraventamento diagonal	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
– Escora	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
– Quadro de contraventamento	(2)	(4)	(4)	(8)	(10)
– Parafuso de painel		(2)	(2)	(4)	(6)
– Chapa de ligação			(3)	(2)	
Tabuleiro	2–20	2–20	2–20	2–20	2–20
– Estrados de vigas	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)
– Pranchões e rodapés	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)
TOTAL	8–80	8–84	8–109	8–120	9–132

T 5-27

Digitalizado com CamScanner

Tab 13-5. Comprimentos máximos das pontes contínuas de dupla via que podem ser elevados com macacos, operando no suporte intermediário, segundo as figuras 17-19 e 17-20 (a)

Tipo	Lance	Comprimentos máximos dos lances contínuos sobre o suporte intermediário (pés)						
		2 macacos sob a treliça central e 2 sob as treliças externas			4 macacos sob a treliça central e 4 sob as treliças externas			
SS–DS	Menor	0–35	40–55	57,5	0–45	50–80		
	Maior	(2)	60	57,5	(2)	80		
DS–DD	Menor	0–40	45–50	55–65	0–70	75–120		
	Maior	(2)	70	65	(2)	120		
TS–TD	Menor				0–70	75–85	90–100	105–110
	Maior				(2)	120	115	110
TS–QD	Menor				0–60	65–80	85–95	97,5
	Maior				(2)	105	100	97,5
DD–QD	Menor				0–65	70–85	90–100	102,5
	Maior				(2)	110	105	102,5

OBSERVAÇÕES – (1) O peso próprio da ponte pressupõe 2 lances de mesmo tipo sobre um pilar intermediário.
(2) O comprimento do lance maior não pode ser superior a 167% do menor.

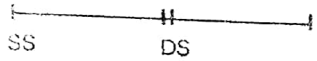
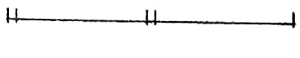
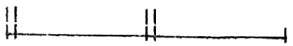
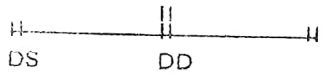
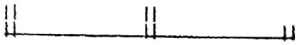
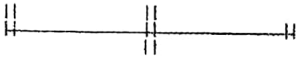
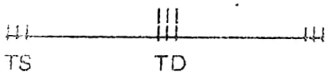
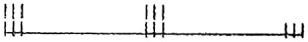
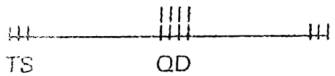
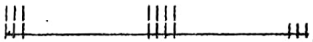
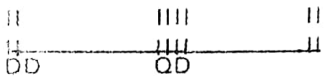
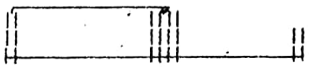
Tab 13-6. Comprimentos máximos das pontes contínuas de dupla via que podem ser elevados com macacos, operando no suporte intermediário, segundo as Figuras 17-19 e 17-20 (b)

Tipo	Lance	Comprimentos máximos dos lances contínuos sobre o suporte intermediário (pés)							
		12 macacos sob a treliça central e 6 sob as treliças externas				12 macacos sob a treliça central e 2 sob as treliças externas			
SS–DS	Menor	0–45	50–80			0–45	50–80		
	Maior	(2)	80			(2)	80		
DS–DD	Menor	0–60	65–80	85–95	97,5	0–70	75–120		
	Maior	(2)	105	100	97,5	(2)	120		
TS–TD	Menor	0–50	55–65	70–80	82,5	0–80	85–140		
	Maior	(2)	90	85	82,5	(2)	140		
TS–QD	Menor					0–70	75–85	90–100	105–115
	Maior					(2)	125	120	115
DD–QD	Menor					0–75	80–90	95–105	110–120
	Maior					(2)	130	125	120

OBSERVAÇÕES – (1) O peso próprio da ponte pressupõe 2 lances do mesmo tipo sobre um pilar intermediário.
(2) O comprimento do lance maior não pode ser superior a 167% do menor.

Digitalizado com CamScanner

Tab 13-7. Equivalência entre a capacidade das pontes de dupla via (com uma delas reforçada) e as pontes normais

Ponte primitiva (1)	Após o reforço de uma via (2)	Equivalência da ponte (2) para as pontes normais	
		Via não reforçada fechada ao tráfego	Ambas as vias abertas ao tráfego
 SS DS	 , ou 	DS DS	SS DS
 DS DD	 , ou 	DD DD	DS DD
 TS TD	 , ou	TD TD	TS TD
 TS QD	 , ou	DD DT	DD DT
 DD QD		DT	DT

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 14

PONTES DE TABULEIRO SUPERIOR TIPLO PLATAFORMA

14-1. UTILIZAÇÃO

Nas EPS, para substituir pontes de menor capacidade, empregam-se as de tabuleiro superior, tipo plataforma, de classe igual ou maior que 50, geralmente de duas vias.

a. Vantagens – as pontes de tabuleiro superior tipo plataforma apresentam, sobre as demais, as vantagens abaixo:

(1) A pista de rolamento pode ser mais larga, permitindo a transposição de viaturas de maior largura.

(2) Permitem a transposição de viaturas com maiores saliências laterais na carroceria.

(3) Podem ter um sistema de tabuleiro mais leve que os suportados pelas mesas inferiores das treliças.

(4) Permitem economia de material, principalmente nas brechas de margens inclinadas, porque têm os berços de apoio em nível inferior ao da estrada.

(5) Os pilares destruídos não necessitam ser reconstruídos ao nível de estrada.

b. Desvantagens – por outro lado, pontes tipo plataforma apresentam as seguintes desvantagens:

(1) Acarretam, com freqüência, a necessidade de escavar os encontros profundamente para permitir a colocação dos berços a 1,52 m (5') abaixo do nível da estrada.

(2) São mais difíceis de lançar.

(3) Devem ser baixadas de 1,52 m (5') até os berços.

(4) Diminuem a altura livre acima do curso de água.

14-2. PROJETOS RECOMENDADOS

a. Conforme mostra a Figura 14-1, as vigas das pontes tipo plataforma são compostas de treliças simples ou duplas unificadas em grupo de três, igualmente espaçadas, suportando o tabuleiro na mesa superior.

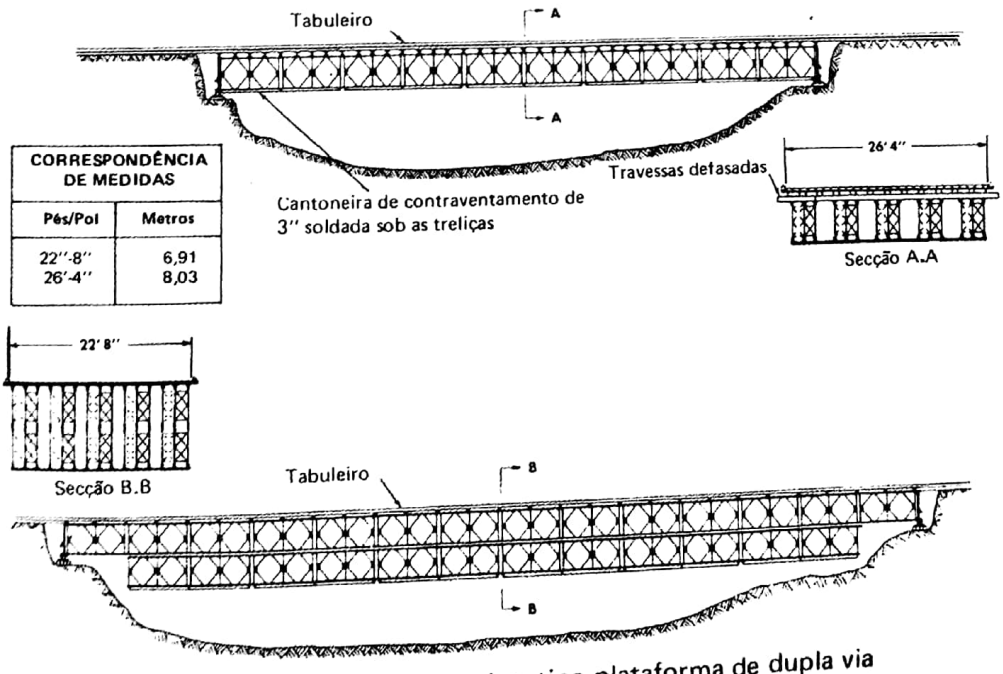


Fig 14-1. Ponte de tabuleiro superior, tipo plataforma de dupla via

Digitalizado com CamScanner

b. Contraventamento — para contraventar a ponte, lateralmente, empregam-se quadros de contraventamento entre as treliças; transversalmente, cada duas seções de ponte são contraventadas, por cantoneiras soldadas, diagonalmente, através das mesas inferiores de todas as treliças. O tabuleiro age como contraventamento lateral da parte superior da ponte.

c. Tabuleiro — é construído com os componentes orgânicos da ponte (travessas, estrados de viga e pranchões) ou por madeiramento especialmente preparado.

d. Berços

(1) Berços dos encontros — os postes terminais fixados aos painéis do andar superior podem ser apoiados nos berços da equipagem. Nas pontes de andar múltiplo, omitem-se os painéis inferiores das seções finais para que haja espaço para os encontros; caso os postes terminais sejam também omitidos, as treliças devem-se apoiar sobre calços de madeira ou sob balancins colocados sob as junções entre as primeiras e segunda seções da ponte.

(2) Berços sobre pilares intermediários — nos pilares, caso haja interrupção das treliças, a ponte apóia-se nos berços, através dos postes terminais; havendo continuidade, o apoio é feito por uma viga de distribuição e um balancim (Capítulo 18).

14-3. CLASSES

A capacidade da ponte de painéis de tabuleiro superior (tipo plataforma) varia em função do comprimento do lance, do número de vias e do tipo de treliça empregado; cada tipo de treliça implica em dupla classificação: a primeira para uma via de tráfego e a outra para duas vias.

14-4. PROJETO PADRONIZADO

A Figura 14-1 mostra o perfil da ponte de tabuleiro superior tipo plataforma.

14-5. MONTAGEM

a. Montagem recomendada.

(1) Treliças — para os efeitos de distribuição de carga, de forma prática, as treliças (grupadas em 3 vigas) devem ser espaçadas uniformemente de 45,64 cm (1'-6") e agregadas umas às outras por quadros de contraventamento.

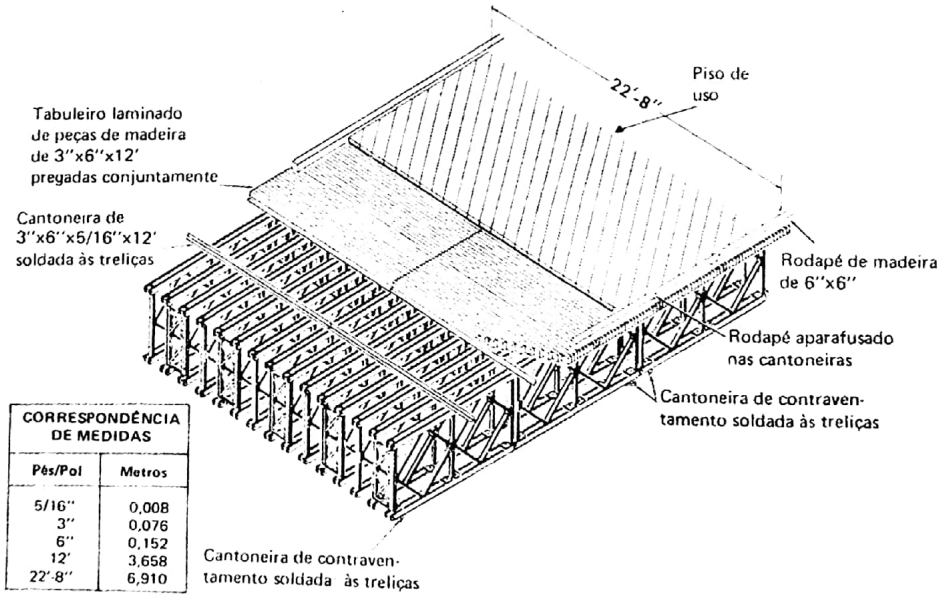
(2) Contraventamento

(a) Para assegurar a estabilidade das vigas, as treliças são agregadas em grupos de três por quadros de contraventamento.

(b) Cantoneira — diagonalmente, soldam-se cantoneiras de 7,62 x 7,62 cm (3" x 3") nas mesas inferiores de cada duas seções para ligar as 5 vigas de 3 treliças (a soldagem deve ser cuidadosa a fim de não modificar as propriedades do aço de alta resistência de que são feitos os componentes da ponte); as peças do contraventamento são feitas em aço doce e devem ser aplicadas antes da ponte ser submetida a qualquer carga.

(3) Construção do piso — antes de aplicar o madeiramento do tabuleiro soldam-se cantoneiras de 7,62 cm (3"), transversalmente, às mesas superiores das treliças, espaçadas de 1,524 m (5') com a finalidade de ligar as treliças entre si e permitir a retenção dos parafusos do rodapé. O piso de madeira pode ser laminado em duas camadas.

(a) Piso laminado (Fig 14-2) — o piso laminado é construído com sarrafos de cutelo, dispostos perpendicularmente ao eixo da ponte e pregados entre si, horizontalmente, para reduzir os efeitos da vibração. Para facilidade de montagem podem ser pré-fabricadas seções de piso de 76 cm (2'-6") para serem colocadas entre cada par de cantoneira; o sarrafo de cada extremidade da seção é entalhado de forma a se assentar sobre a flange horizontal da cantoneira; o piso de uso (de madeira) é, então, pregado ao piso de repartição.

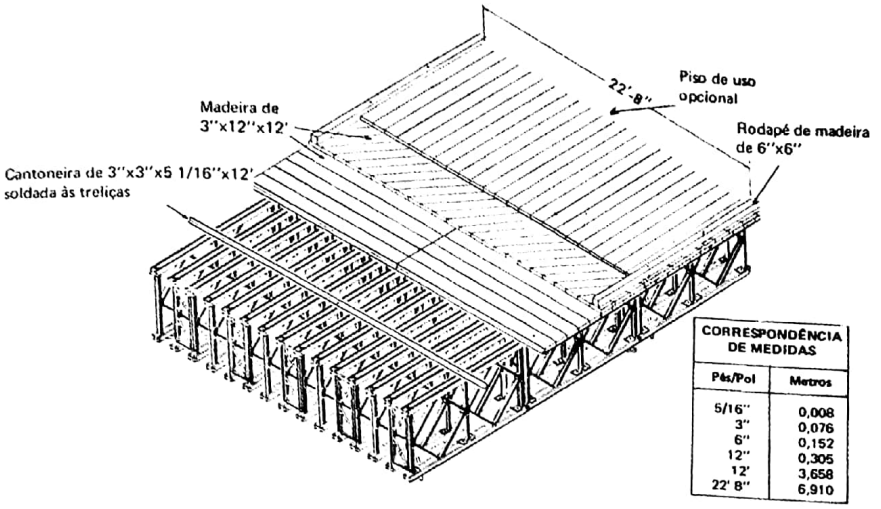


CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
5/16"	0,008
3"	0,076
6"	0,152
12'	3,658
22'-8"	6,910

Fig 14-2. Tabuleiro de piso laminado, em ponte de tabuleiro superior, tipo plataforma de dupla via

Digitalizado com CamScanner

(b) Piso em camadas (Fig 14-3) – o piso de repartição é preparado com pranchas de 7,62 x 30,48 cm (3" x 12") estendidas de face sobre as treliças e entre as cantoneiras; cada quinto pranchão deve ser convenientemente entalhado para permitir o perfeito assentamento na flange horizontal da cantoneira. Sobre o piso de repartição são pregados um ou dois pisos de uso (um piso de uso é obrigatório).



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
5/16"	0,008
3"	0,076
6"	0,152
12"	0,305
12'	3,658
22' 8"	6,910

Fig 14-3. Tabuleiro com piso em camadas, numa ponte de tabuleiro superior, tipo plataforma de dupla via

(4) Apoios

(a) com o emprego de postes terminais (Fig 14-4) – os postes terminais são usados nas extremidades de cada treliça e se assentam em berços padronizados. Os ressaltos superiores dos postes terminais são cortados ao nível das treliças de forma que não possam interferir no tabuleiro.

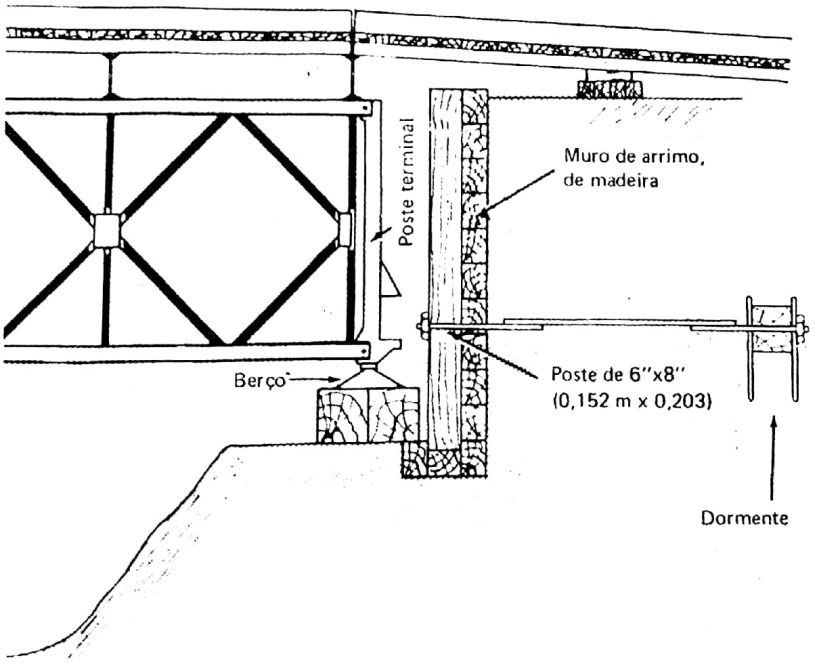


Fig 14-4. Ponte de tabuleiro superior, tipo plataforma assentada sobre os berços

Digitalizado com CamScanner

(b) Diretamente sob as treliças (Fig 14-5) – por outro lado, caso não sejam empregados postes terminais, a ponte pode ser suportada por apoios de madeira colocados sob a primeira ligação dos painéis (em cada extremidade), de forma que o embasamento se prolongue de 30,5 cm (1'), no mínimo, para cada lado da ligação; uma alternativa é empregar uma viga de distribuição e um balancim, similares ao suporte, sobre pilares intermediários; com este tipo de apoio, o comprimento efetivo da ponte fica alongado de 6,09 m (20'). Os apoios de madeira são também utilizados sob a seção em balanço, para eliminar os esforços alternados de tensão e compressão nos painéis próximos às extremidades da ponte, quando carregada.

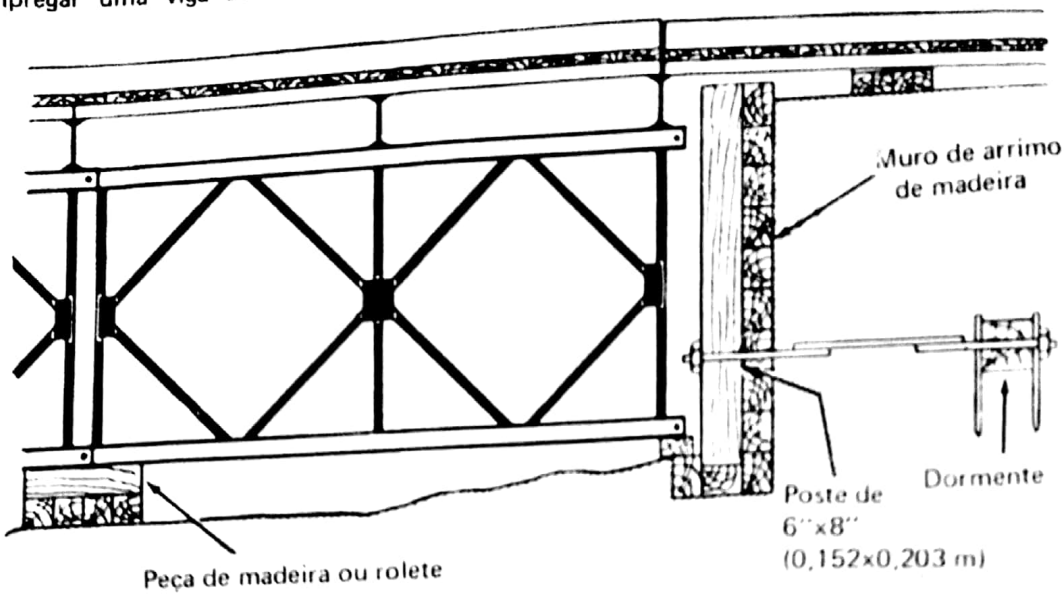


Fig 14-5. Ponte de tabuleiro superior, tipo plataforma assentada sobre peças de madeira, sem emprego de postes terminais e berços

(c) Sobre pilares intermediários – sobre os suportes intermediários, as treliças podem ser contínuas ou interrompidas; se contínuas, é necessário um balancim (Cap 18); se interrompidas, são necessários postes terminais que se assentam em berços independentes. No caso da utilização do piso de madeira, a folga entre as extremidades dos lances adjacentes pode exigir um suporte para apoiar o tabuleiro (Fig 14-6), no caso de utilização do tabuleiro da equipagem, a folga pode ser preenchida com peças de madeiraou longarinas de aço e pranchões (Cap 18).

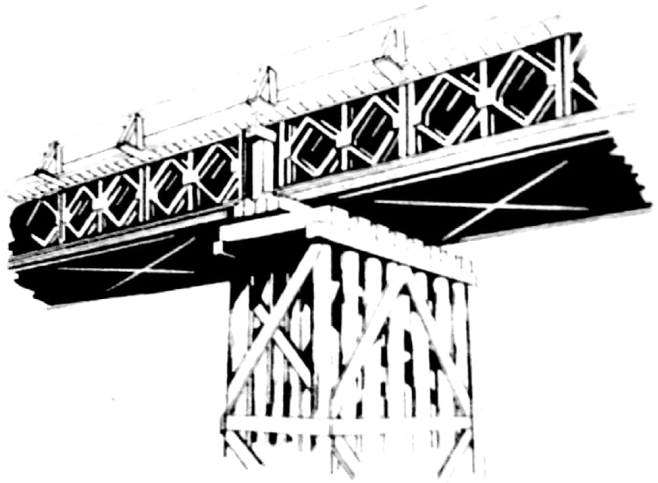


Fig 14-6. Junção de dois lances no suporte intermediário. Notar o cavalete de madeira que suporta o tabuleiro entre os lances

Digitalizado com CamScanner

b. Montagem improvisada – para facilidade de lançamento, as treliças podem ser grupadas em vigas de duas ou três, unidas por quadros de contraventamento (estas vigas são espaçadas, uniformemente, sob o tabuleiro); se as treliças forem espaçadas de forma diferente, soldam-se contraventamentos improvisados nos montantes extremos dos painéis no lugar dos quadros de contraventamento. Nas mesas inferiores dos painéis, ligando duas seções de ponte, soldam-se contraventamentos diagonais. Exemplos de recursos de montagem são dados na Tabela 14-1.

14-6. LANÇAMENTO

a. Processo

(1) Cada viga de 3 treliças pode ser lançada, separadamente, ou toda a ponte pode ser lançada como uma unidade, soldando-se contraventamentos adicionais para manter as vigas unidas.

(2) As vigas das pontes de andar simples podem ser lançadas uma a uma, empurradas ou puxadas através da brecha, suportadas por meio de um cabo aéreo, ou colocadas diretamente no lugar, com auxílio de um ou dois guindastes. Sobre os cursos de água, as vigas podem flutuar sobre uniflotes e serem erguidas aos seus lugares por um guindaste montado em outra portada de maior capacidade. Para detalhes destes processos de lançamento, ver o Capítulo 21.

(3) As pontes de andar simples podem ser, também, lançadas da maneira normal, empurradas ou puxadas sobre roletes.

(4) As pontes de andar duplo são lançadas da maneira normal, sendo as vigas unidas por perfis soldados, transversalmente, nos topos das mesas inferiores intermediárias; a ponte completa pode ser lançada com nariz e abaixada sobre os berços com auxílio de macacos. Se for possível construir um pilar provisório no meio da brecha, para suportar a extremidade em balanço, a ponte poderá ser lançada com andar simples, enquanto o andar inferior vai sendo acrescentado de uma plataforma de montagem situada imediatamente abaixo do encontro da primeira margem. Este processo reduz o abaixamento da ponte e é similar ao lançamento de pontes de andar triplo com o andar inferior pendente, descrito no Capítulo 11.

b. Abaixamento até os berços – para abaixar a ponte até os berços, pode-se empregar um guindaste em cada extremidade; como alternativa, a ponte pode ser abaixada com macacos; entretanto, o espaço de 5' (1,50 m) exige numerosos apoios intermediários. Durante a operação, é necessário calçar as treliças para receberem a carga em caso de falha dos macacos.

Digitalizado com CamScanner

Tab 14-1. Pontes de dupla via, de tabuleiro superior, tipo plataforma, construídas no T O Europeu na 2ª Guerra Mundial

Lugar	Rio Tibre (Borgheto – Itália)	Autobahn-Highway (Bayreuth – Alemanha)	Rio Arno (Pisa – Itália)	Rio Pó (Ostiglia – Itália)
Vão	Contínuo em 4 lances de 80,90,90 e 80 pés	Contínua em 2 lances de 55'	Contínua em 2 lances de 85'	Contínua, sobre 13 lances de 100'
Largura em pés	24	25	20	22
Capacidade – uma via – duas vias	Classe 80 Classe 45	Classe 80 Classe 45	Desconhecida	Classe 100 Classe 55
Vigamento	18 treliças unidas por quadros de contraventamento e chapas de ligação em 2 conjuntos de 5 e 2 conjuntos de 4 treliças.	8 treliças unidas por quadros de contraventamento em 4 conjuntos de 2 treliças.	10 treliças unidas por quadros de contraventamento em 5 conjuntos de 2 vigas.	16 treliças unidas por quadros de contraventamento em 8 conjuntos de 2 treliças.
Contraventamento especial	Cantoneiras de 3" x 3" soldadas nas mesas inferiores.	Vigas "canal" de 6", transversais ao eixo da ponte, soldadas de 20' em 20', às mesas das treliças.	Vigas "I" de 10' soldadas a intervalos de 2,5' no topo das mesas das treliças.	Cantoneira soldada sob as mesas inferiores das treliças.
Tabuleiro	3 camadas de pranchões pregadas em longarinas aparafusadas às treliças. As duas camadas inferiores foram colocadas diagonalmente e a última (que recebeu tratamento de asfalto) foi colocada transversalmente.	Peças de 9" pregadas às longarinas aparafusadas às treliças.	2 camadas de pranchões de 3" pregadas às longarinas aparafusadas às vigas de contraventamento.	2 camadas de pranchões pregados em longarinas, sendo a primeira transversalmente e a segunda em diagonal.
Lançamento	Cada viga (com nariz) lançada separadamente e empurrada sobre roletes.	Cada viga lançada separadamente e empurradas sobre roletes.	Lançada inteiramente, sem nariz, sobre roletes.	Cada viga colocada individualmente, por meio de guindaste.

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
3"	0,076
9"	0,230
2,5'	0,762
10'	3,048
20'	6,096
22'	6,705
24'	7,315
25'	7,620
80'	24,384
90'	27,430

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 15

PONTES FERROVIÁRIAS

15-1. EMPREGO DA EQUIPAGEM EM PONTES FERROVIÁRIAS

Somente em condições especiais, dada à grande deflexão, a equipagem de ponte Bailey pode ser empregada na construção de pontes ferroviárias. Usualmente, os lances são pequenos e de andar simples; os de comprimento superior a 21,34 m (70') exigem montagem quádrupla-dupla e se tornam antieconômicos (Tabela 15-1).

a. **Vantagens** — a equipagem apresenta as seguintes vantagens, quando empregada como ponte ferroviária:

(1) O material pode ser transportado até o local da ponte por viaturas, ao mesmo tempo em que se realizam os trabalhos de recuperação da ferrovia.

(2) Tanto se pode empregar ponte de tabuleiro inferior como de tabuleiro superior, tipo plataforma.

b. **Desvantagens** — A equipagem Bailey empregada em pontes ferroviárias apresenta as seguintes desvantagens:

(1) As pontes de tabuleiro inferior têm largura muito restrita.

(2) O tráfego sobre a ponte precisa ser controlado em virtude da excessiva vibração.

(3) As folgas dos pinos ocasionam uma flecha maior que as usualmente encontradas nas pontes comuns.

(4) A ponte requer manutenção maior que as comuns.

c. **Número de treliças** — a Tabela 15-1 define o número necessário de treliças. conforme os vãos das pontes Bailey ferroviárias.

15-2. DESCRIÇÃO GERAL

a. **Pontes de tabuleiro inferior** — são construídas com as mesmas características das pontes rodoviárias, salvo o tabuleiro, onde os pranchões são substituídos por trilhos e dormentes; as treliças podem ser simples, duplas, triplas e quádruplas, de um ou dois andares, sendo que as de dois andares infringem os padrões americanos, as normas brasileiras e as normas da convenção internacional de Berna, porém permitem a passagem dos trens em baixa velocidade (Fig 15-1 e 15-2). Caso o tabuleiro seja colocado no segundo andar, tais restrições desaparecem.

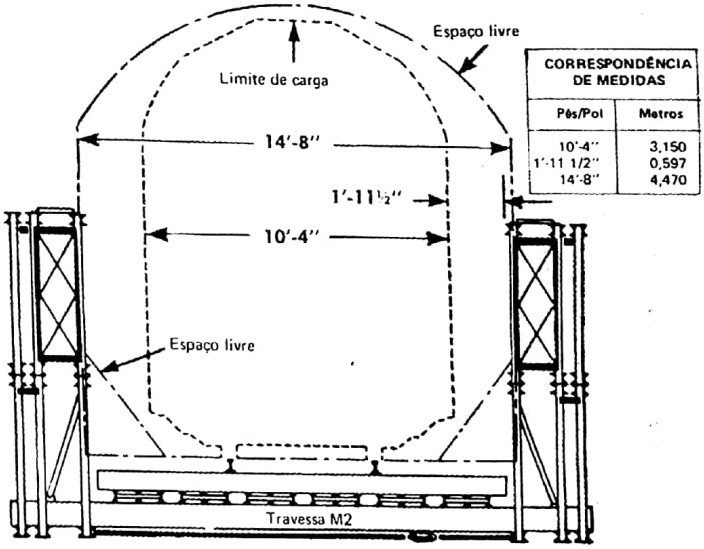


Fig 15-1. Diagrama das tolerâncias para as pontes ferroviárias de tabuleiro inferior, segundo a Convenção Internacional de Berna, aplicado à Ponte Bailey

b. **Pontes de tabuleiro superior** — estas pontes, normalmente de andar simples, consistem numa estrutura de treliças, ligadas lateralmente por quadros de contraventamento, chapas de ligação e cantoneiras soldadas, sobre a qual são lançados os dormentes e os trilhos.

15-3. CLASSES

As estruturas descritas deverão suportar as cargas do padrão E-45 de Cooper ou sua modificação, segundo os diagramas da Figura 15-3, que provocam as forças cortantes e momentos fletores contidos na Tabela 15-4. A Tabe-

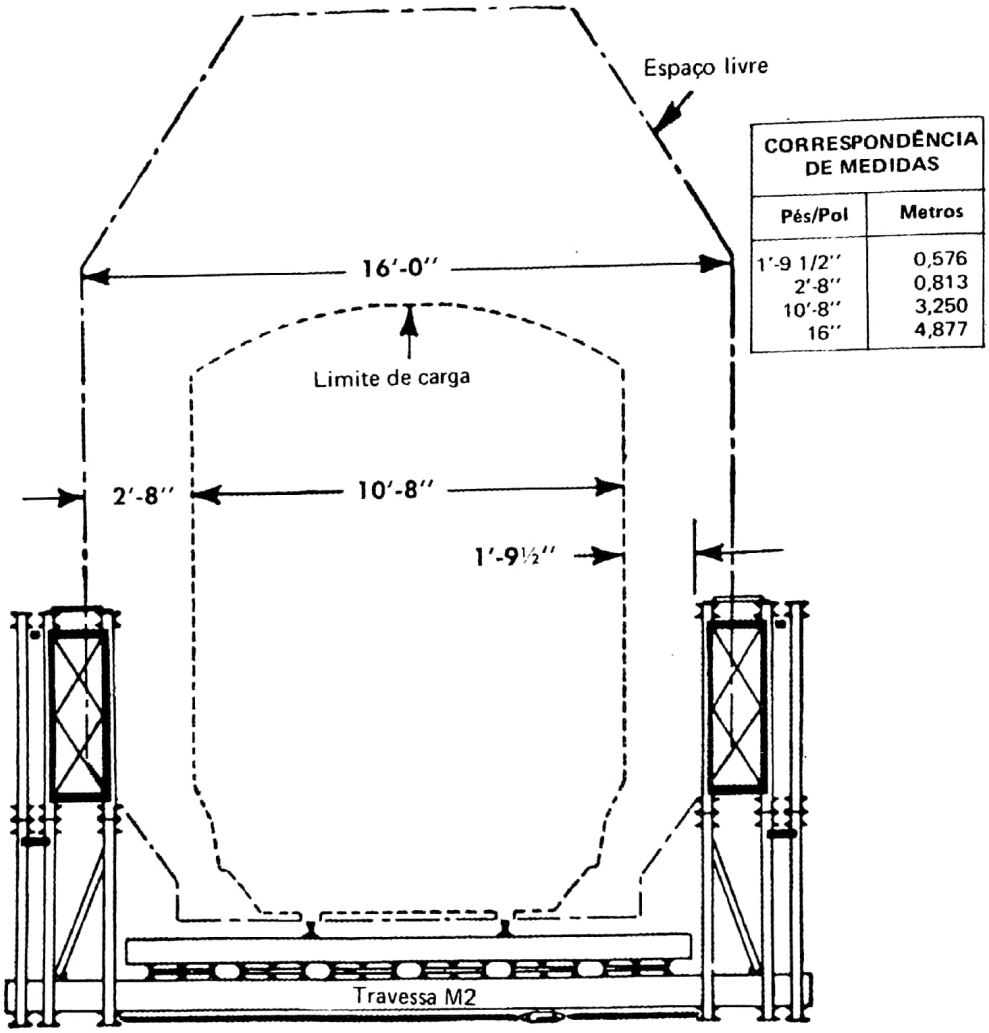
Digitalizado com CamScanner

la 15-2 mostra o efeito das cargas padrões (força cortante e momento fletor), em cada tipo de estrutura, conforme o vão considerado.

15-4. MONTAGEM

a. Das pontes de tabuleiro inferior

(1) Treliças – as pontes de treliça simples, duplas ou triplas são montadas da maneira usual. As quádruplas, mediante a introdução de uma viga entre a treliça interna e a segunda treliça. Para contraventá-las, empregam-se quadros de contraventamento e chapas de ligação, como mostra a Figura 15-4; em todos os montantes dos painéis, exceto nos cobertos por quadros de contraventamento, aplicam-se braçadeiras de travessa. Para evitar a interferência da quarta treliça com a escora, nas pontes quádruplas-duplas, o tabuleiro deve ficar no segundo andar. Se necessário, fura-se a travessa no local de assentamento da quarta treliça.

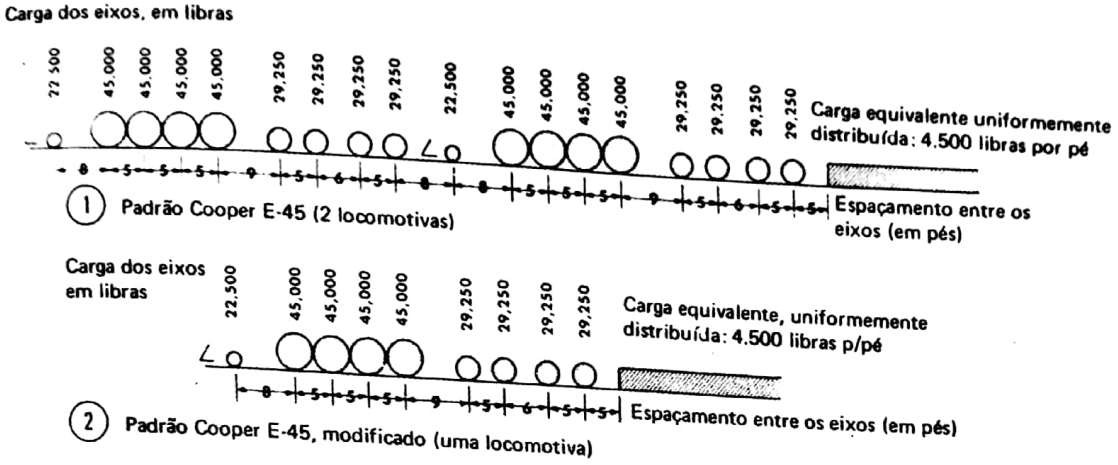


CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
1'-9 1/2"	0,576
2'-8"	0,813
10'-8"	3,250
16"	4,877

Fig 15-2. Diagrama das tolerâncias para as pontes ferroviárias de tabuleiro inferior, segundo os padrões americanos, aplicados à Ponte Bailey M-2

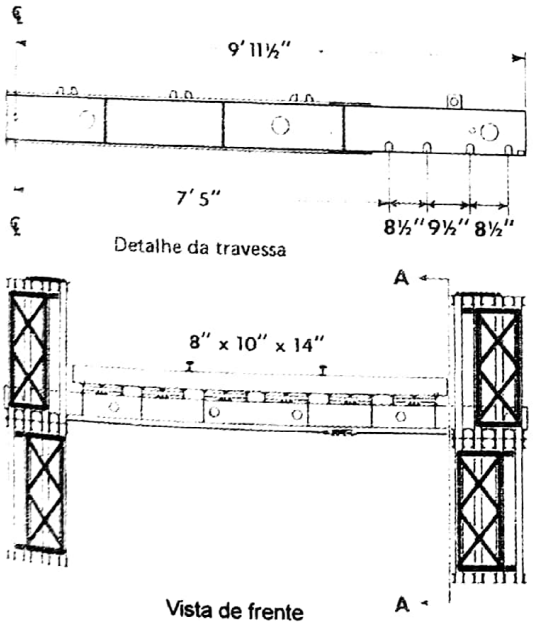
(2) Sistema do tabuleiro – nas pontes ferroviárias, as travessas e estrados de viga são aplicados de forma costumeiro. Os dormentes (se existentes nas medidas de 8" x 10" x 4' – 0,203 x 0,254 x 1,219 m) são assentados diretamente sobre os estrados de viga (Figura 15-5). Por outro lado, se os dormentes tiverem apenas 6" x 8" x 8,5' (0,152 x 0,203 x 2,590 m), a ponte é montada com pranchões e vigotas de rodapé. Neste caso, os dormentes são pregados aos pranchões (Figura 15-6). Preenchendo-se o espaço entre os trilhos e entre estes e as vigotas de rodapé, pode-se destinar a ponte também ao tráfego rodoviário. Para reduzir o impacto não se deve deixar nenhuma junta de dilatação entre os trilhos.

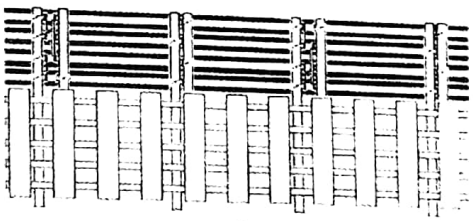
Digitalizado com CamScanner

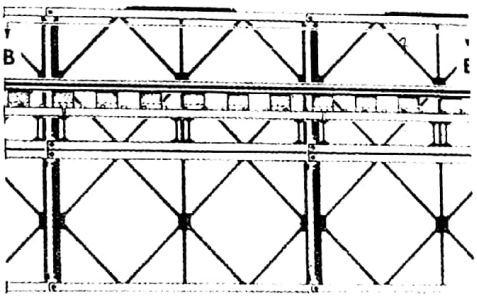


CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS			
Libras	**Quilos**	**Pés**	**Metros**
4.500	2,040	5	1,524
22.500	10,206	6	1,829
29.250	13,270	8	2,438
45.000	20,410	9	2,743

Fig 15-3. Diagrama do carregamento Cooper E-45 (Standard e Modificado)




Secção BB



Secção AA

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
8"	0,203
8 1/2"	0,216
9 1/2"	0,241
10"	0,254
14"	0,356
7'-5"	2,260
9'-11 1/2"	3,035

Fig 15-4. Ponte ferroviária quádrupla-dupla

Digitalizado com CamScanner

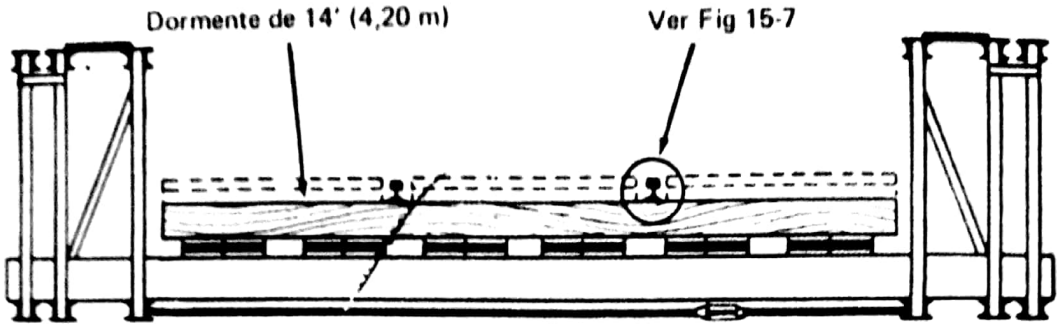


Fig 15-5. Pormenores do tabuleiro de uma ponte ferroviária de tabuleiro inferior com dormente de 4,20 m (14') de comprimento

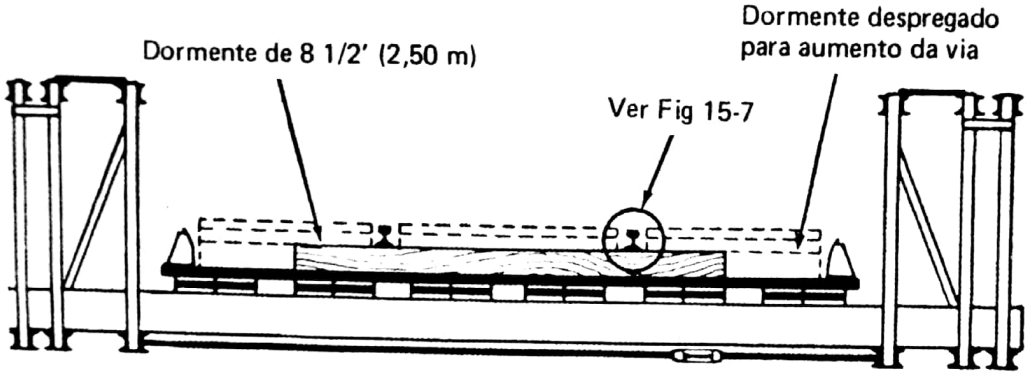
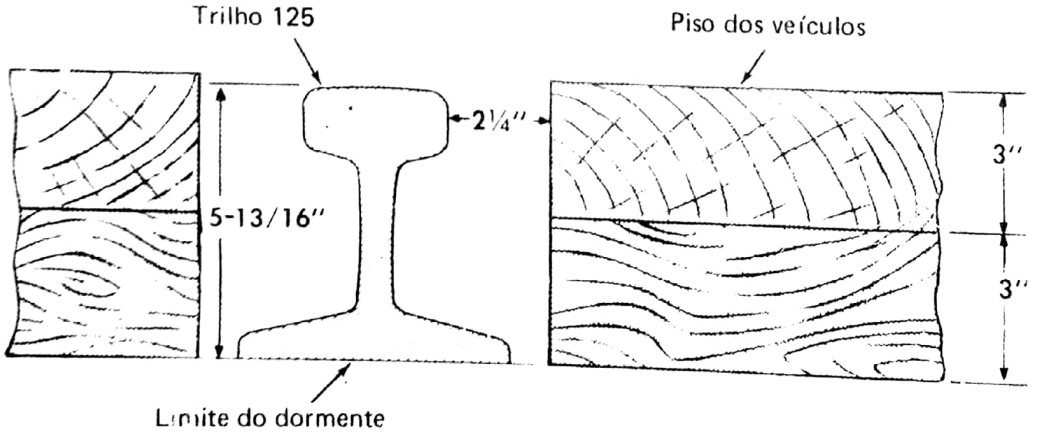


Fig 15-6. Pormenores do tabuleiro de uma ponte ferroviária de tabuleiro inferior com dormente de 2,50 m (8 1/2') de comprimento



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
2 1/4"	0,057
3"	0,076
5 13/16"	0,148

Fig 15-7. Tabuleiro da ponte preparado para o tráfego rodoviário e ferroviário

(3) Fundações – a fundação deve ter o porte necessário para suportar as cargas constantes da Tabela 15-3. Nas pontes ferroviárias, os postes terminais e berços são empregados normalmente.

b. Das pontes de tabuleiro superior, tipo plataforma – o manual descreve dois tipos de pontes dessa natureza. O tipo I destina-se aos vãos até 24,43 m (90'); o tipo II alcança os vãos de até 30,48 m (100').

Digitalizado com CamScanner

(1) Tipo I

(a) Treliças (sistema de vigamento) – as treliças são colocadas lado a lado, ligadas entre si por quadros de contraventamento e chapas de ligação, como mostram as Figuras 15-8 a 15-15. O contraventamento é completado pelos dormentes, pelo contraventamento soldado e pelas travessas modificadas,adjacentes ao montante vertical, nas duas mesas de cada segunda e terceira seções. A colocação da travessa sob a mesa superior exige a inversão dos painéis e furação das travessas nos locais onde ficarão alojados os respectivos pivôs. Em todas as seções soldam-se cantoneiras, diagonalmente, sob as mesas inferiores das treliças.

(b) Sistema do tabuleiro – em cada seção empregam-se quatro dormentes 0,152x0,304 m (6''x12''), dois dos quais ligados às treliças por parafusos de painel, como mostra a Figura 15-16. Pregados aos pranchões, acrescentam-se os rodapés de 0,152 x 0,152 m (6'' x 6'').

(c) Sistema de apoio – a fundação de madeira deve ser projetada para suportar as cargas constantes da Tabela 15-3. As extremidades se apóiam nos berços normais, por intermédio dos postes terminais, e, se necessário, nos pilares; os apoios seguem as prescrições do Capítulo 17.

(d) Reação dos apoios – a Tabela 15-3 apresenta reações dos apoios (em toneladas curtas), para diversos comprimentos de pontes ferroviárias, sob ação do carregamento padrão E-45 de Cooper.

(2) Tipo II

(a) Treliças – (sistema de vigamento) as treliças são grupadas em blocos de 2, 3 ou 4, por quadros de contraventamento e chapas de ligação, da forma mais adequada para o lançamento. A partir daí, são reagrupadas em vigas de 6, 7, 8, 9, 10, 12 ou 16 treliças como ilustram as Figuras 15-17 a 15-24. Uma viga de duas treliças se forma pela ligação de duas vigas simples (com quadros de contraventamentos verticais no montante dianteiro); com três treliças ligadas por quadros de contraventamentos verticais, constrói-se uma viga de 0,914 m (3') de largura e, juntando-se uma treliça no meio de uma viga de duas, obtém-se um bloco de 0,457 m (1,5') – (neste caso unidas por chapas de ligação a uma das externas); caso este bloco receba outra treliça externa ligada por uma chapa de ligação, teremos uma viga de 4 treliças com 0,216 m (8,5'') de largura. Na ponte, as treliças são ligadas pelos dormentes e pelas travessas modificadas, assentadas em ambas as mesas dos painéis. Os batentes das escoras devem ser ressoldados para permitir o assentamento das escoras entre a travessa (modificada) e a treliça mais externa.

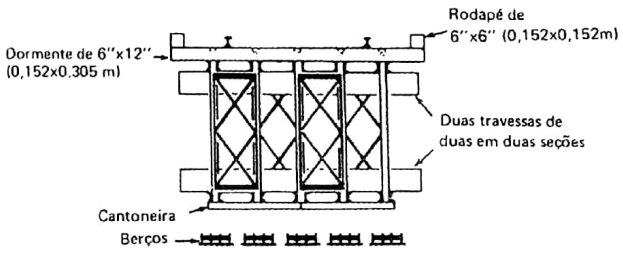


Fig 15-8. Ponte ferroviária de cinco treliças

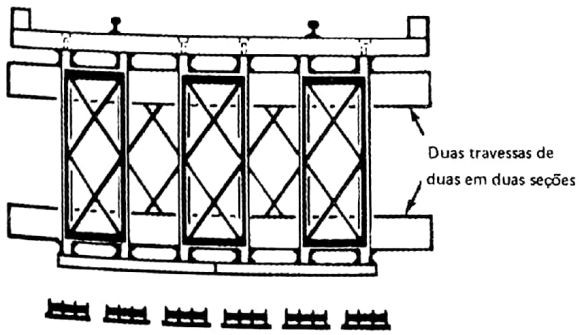


Fig 15-9. Ponte ferroviária de seis treliças

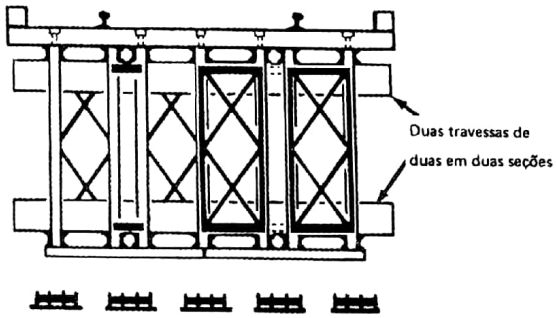


Fig 15-10. Ponte ferroviária de sete treliças

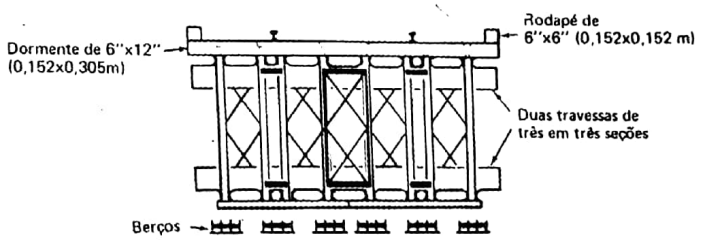


Fig 15-11. Ponte ferroviária de oito treliças

Digitalizado com CamScanner

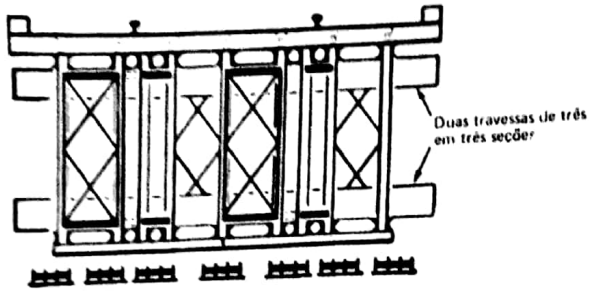


Fig 15-12. Ponte ferroviária de nove treliças

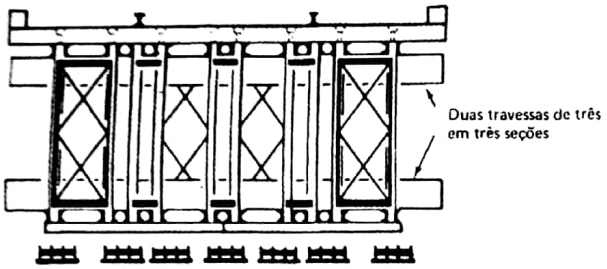


Fig 15-13. Ponte ferroviária de dez treliças

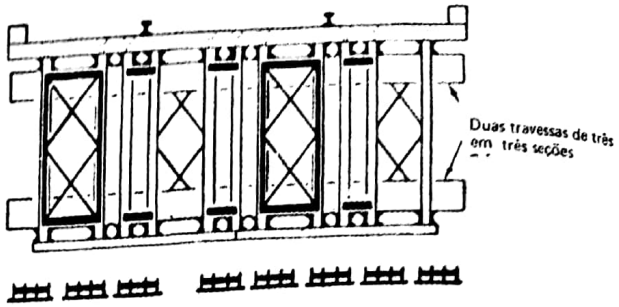


Fig 15-14. Ponte ferroviária de onze treliças

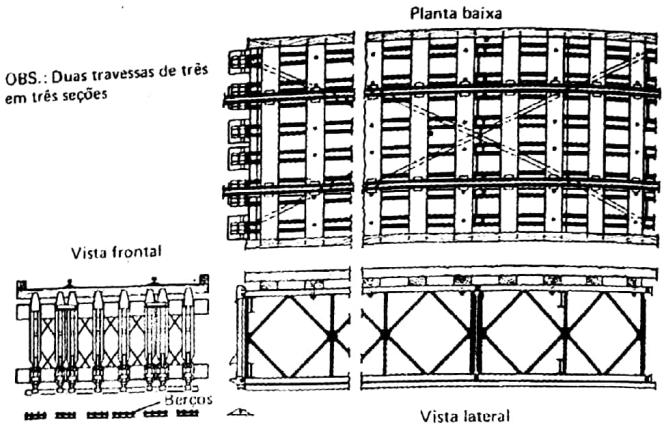


Fig 15-15. Pormenores da construção de uma ponte ferroviária de oito treliças

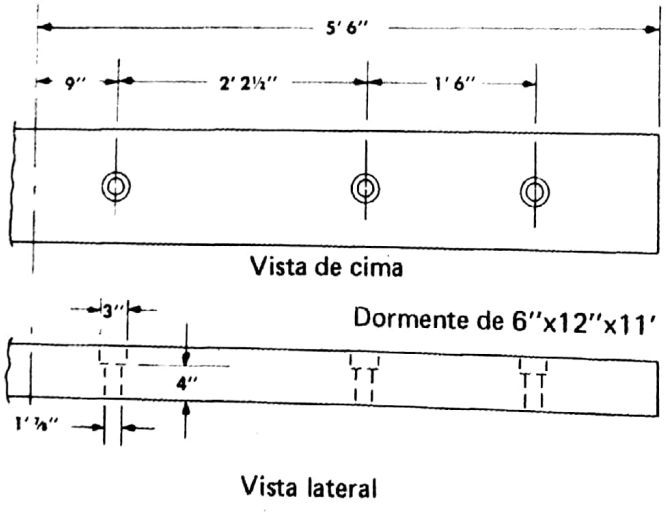


Fig 15-16. Pormenores do dormente da ponte ferroviária de oito treliças, mostrando a furação dos parafusos de painel

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
3"	0,076
4"	0,102
6"	0,152
9"	0,229
12"	0,305
1'-7/8"	0,327
1'-6"	0,457
2'-2 1/2"	0,673
5'-6"	1,677
11'	3,353

Digitalizado com CamScanner

TS-277

Legenda para as figuras 15-17 a 15-23
Posição dos quadros de contraventamento:
A – Nos montantes dianteiros e traseiros de todas as seções.
B – Nos montantes traseiros de todas as seções.
C – Nos montantes traseiros de todas as seções pares.
D – Nos montantes traseiros de todas as seções ímpares.
E – Nos montantes dianteiros de todas as seções

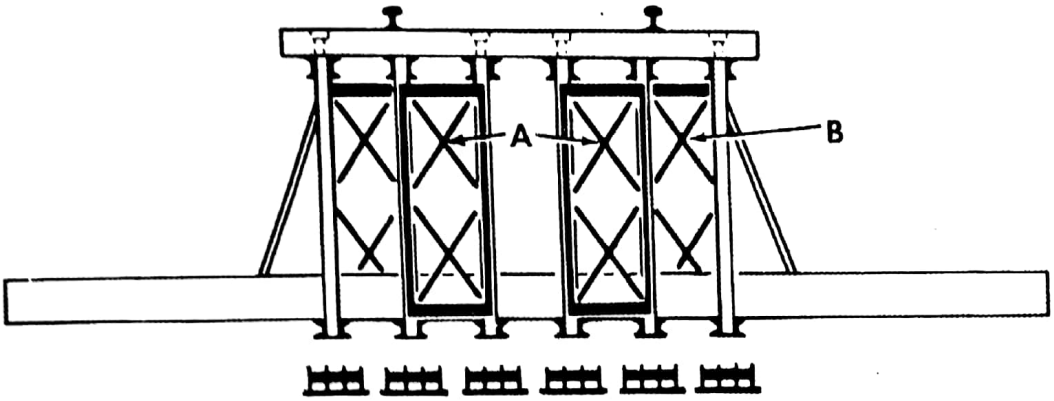


Fig 15-17. Ponte ferroviária de seis treliças

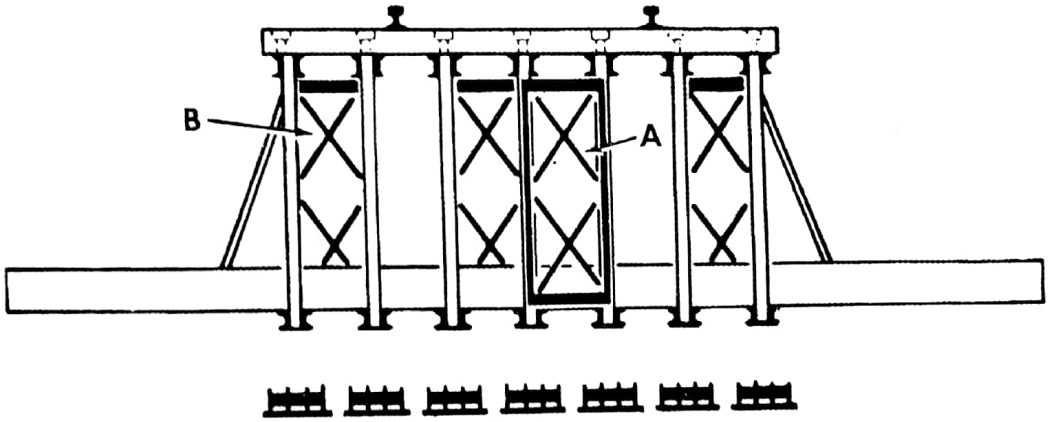


Fig 15-18. Ponte ferroviária de sete treliças

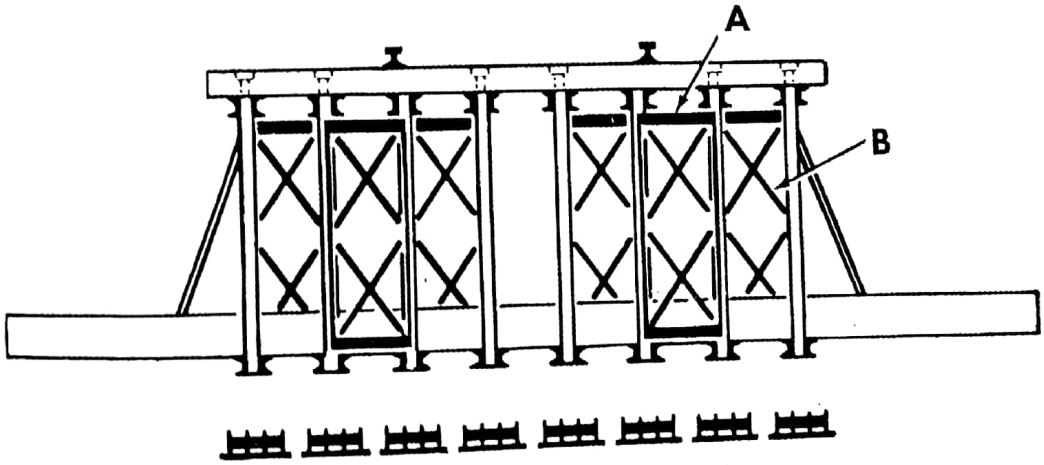


Fig 15-19. Ponte ferroviária de oito treliças

Digitalizado com CamScanner

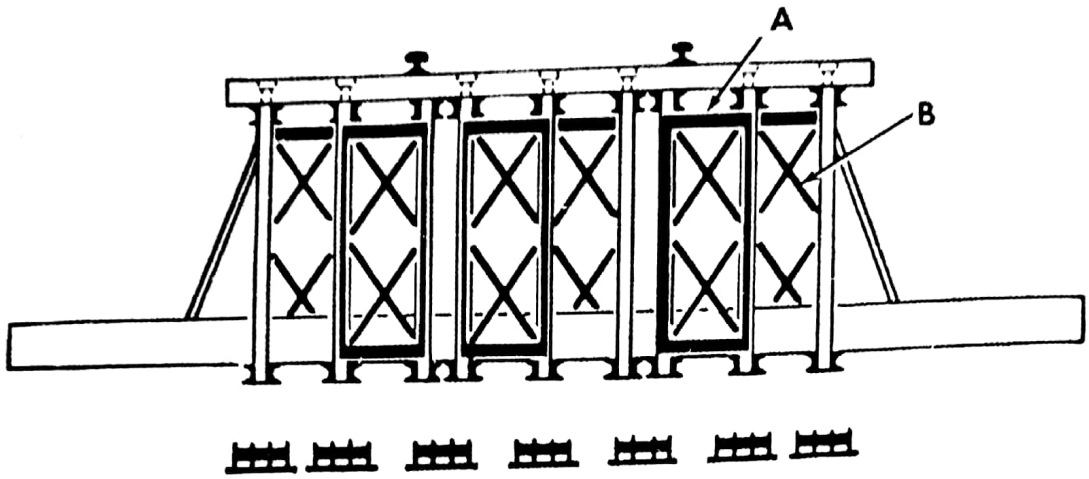


Fig 15-20. Ponte ferroviária de nove treliças

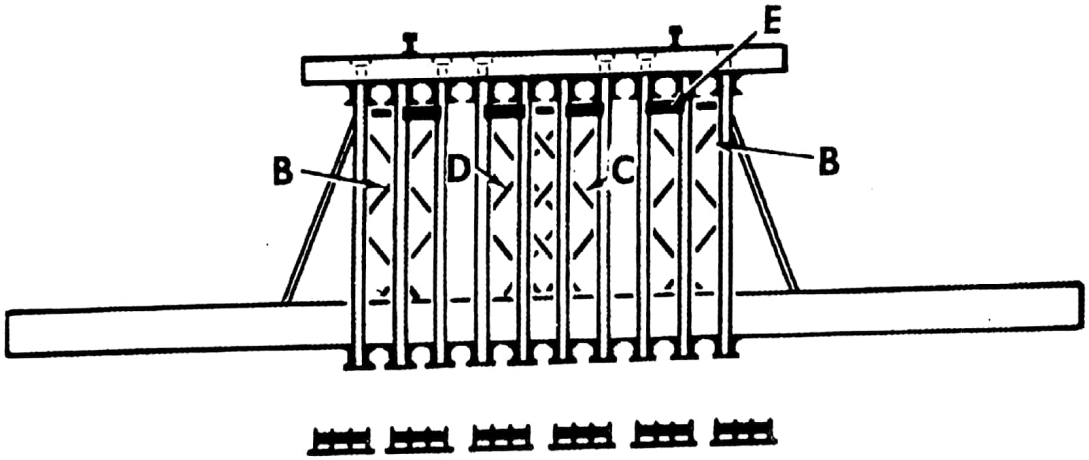


Fig 15-21. Ponte ferroviária de dez treliças

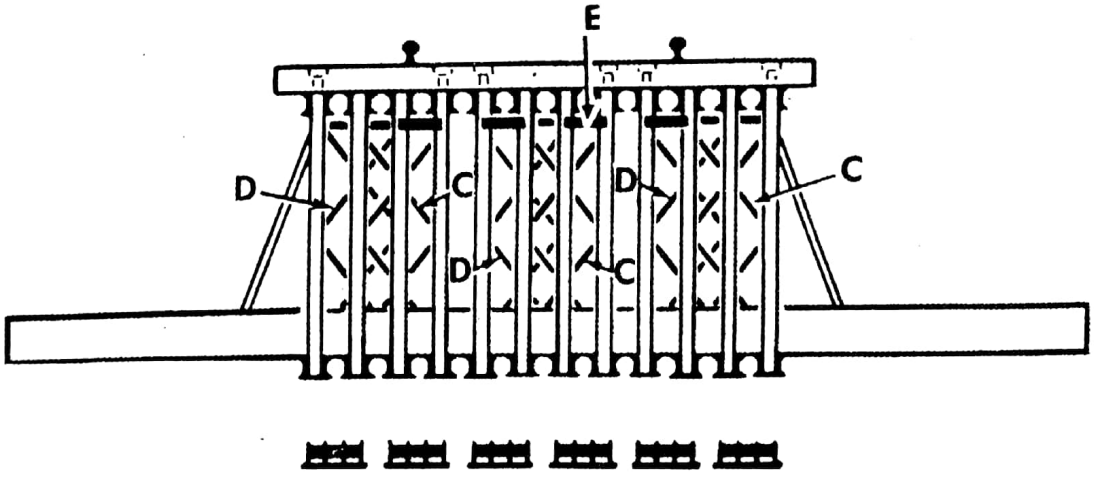


Fig 15-22. Ponte ferroviáriade doze treliças

Digitalizado com CamScanner

(b) Sistema de tabuleiro – o mesmo do tipo I.

(c) Sistema de apoio – o mesmo do tipo I.

15-5. LANÇAMENTO DAS PONTES FERROVIÁRIAS

a. Das pontes de tabuleiro inferior – o processo de lançamento é o normal.

b. Das pontes de tabuleiro superior, tipo plataforma

(1) Das pontes tipo I – as pontes tipo I são lançadas completas sobre a brecha ou puxadas por guinchos potentes; seus narizes de lançamento seguem os esquemas contidos nas Figuras 15-26 a 15-32. Durante o lançamento, adiciona-se à estrutura quadros de contraventamento e chapas de ligação suplementes nas mesas superiores.

(2) Das pontes tipo II – cada treliça é lançada separadamente em balanço fora dos roletes. O contraventamento e o sistema de tabuleiro são construídos após a colocação das treliças no lugar. O Capítulo 20 explica o processo de lançamento por treliças simples.

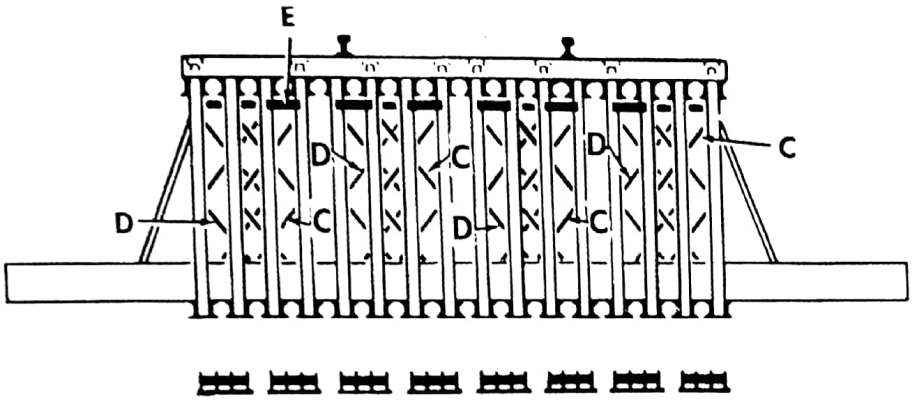
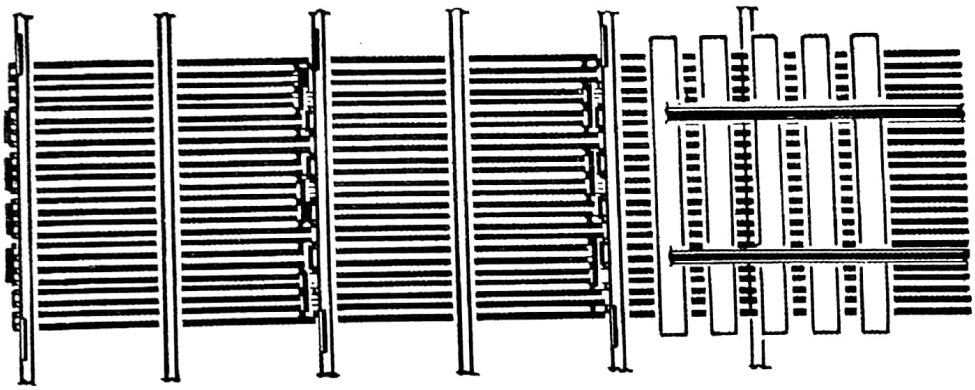
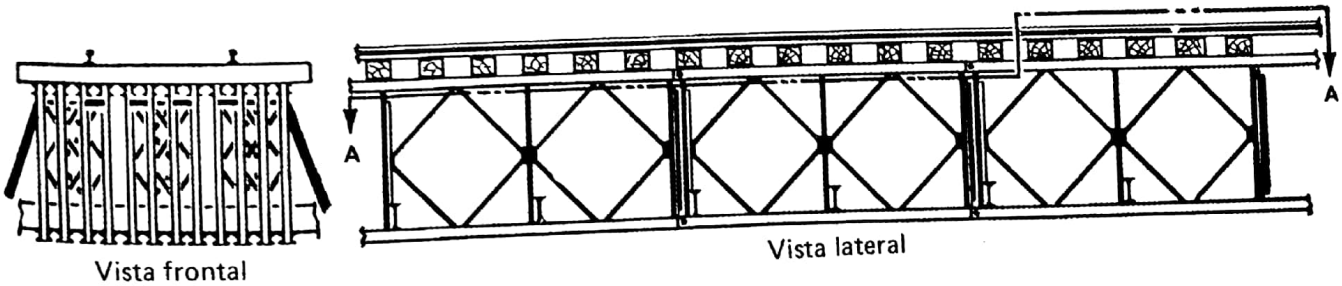


Fig 15-23. Ponte ferroviária de dezesseis treliças

OBS.: Ressoldar os batentes das escoras à distância conveniente



Seção AA



Vista frontal

Vista lateral

Fig 15-24. Pormenores da construção de uma ponte ferroviária de doze treliças

Digitalizado com CamScanner

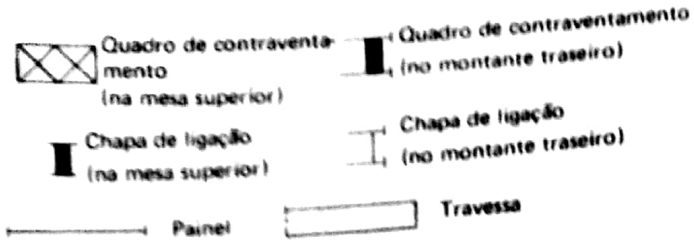


Fig 15-25. Símbolos usados nas Figuras 15-26 a 15-32

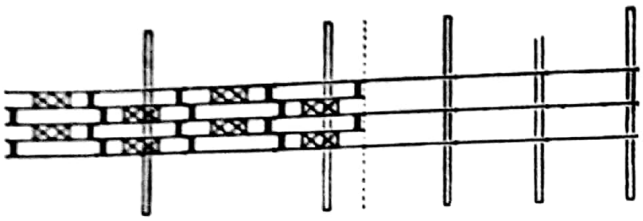


Fig 15-26. Ponte de cinco treliças com nariz de três

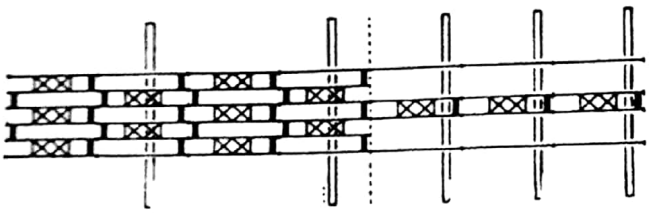


Fig 15-27. Ponte de seis treliças com nariz de quatro

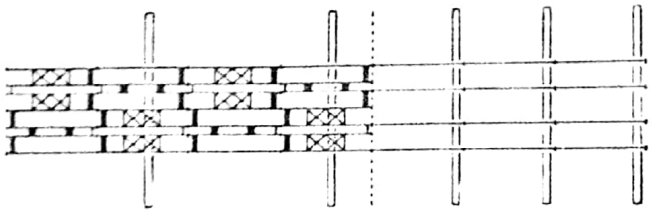


Fig 15-28. Ponte de sete treliças com nariz de quatro

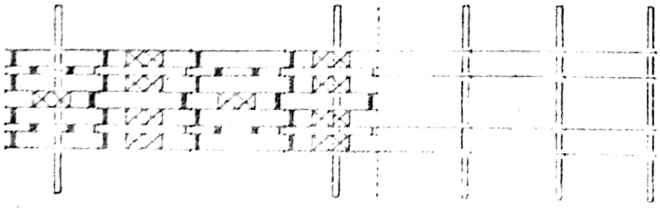


Fig 15-29. Ponte de oito treliças com nariz de quatro

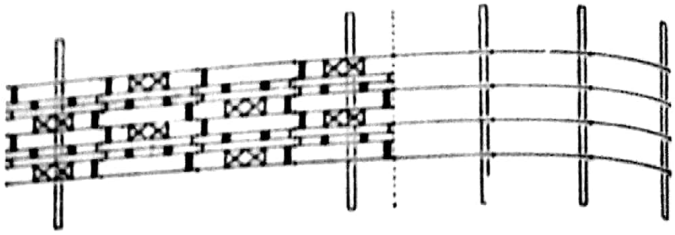


Fig 15-30. Ponte de nove treliças com nariz de quatro

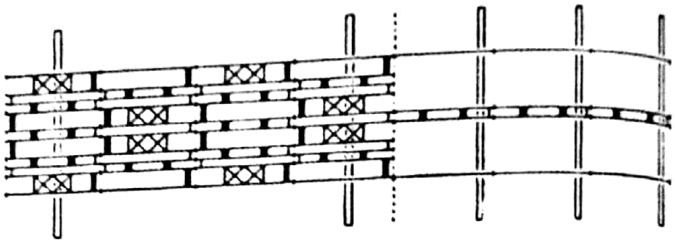


Fig 15-31. Ponte de dez treliças com nariz de quatro

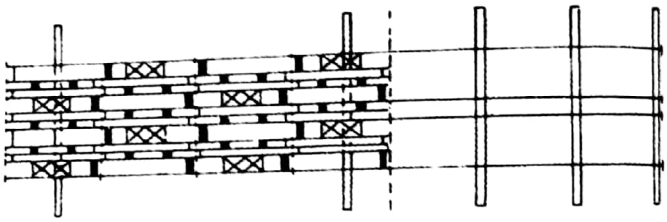


Fig 15-32. Ponte de onze treliças com nariz de quatro

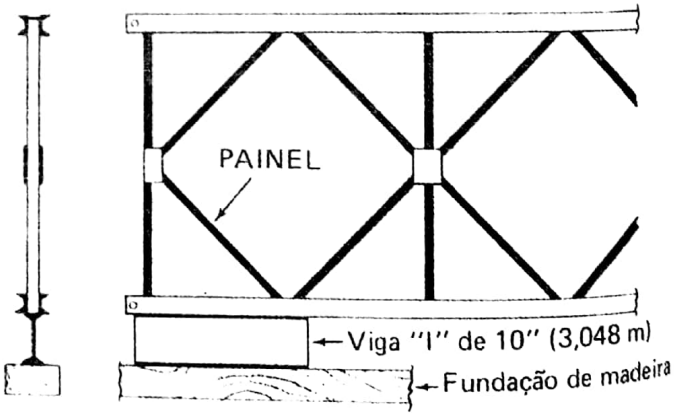


Fig 15-33. Apoio de expediente, para as pontes de tabuleiro superior, tipo plataforma. A viga de distribuição deve alcançar, no mínimo, dois pontos de soldagem dos painéis

Digitalizado com CamScanner

15-6. PONTES DE CIRCUNSTÂNCIA E EXPEDIENTES UTILIZADOS

As Figuras 15-33 a 15-39 mostram pontes de circunstância e expedientes que podem ser utilizados para construção de pontes ferroviárias com emprego da equipagem Bailey.

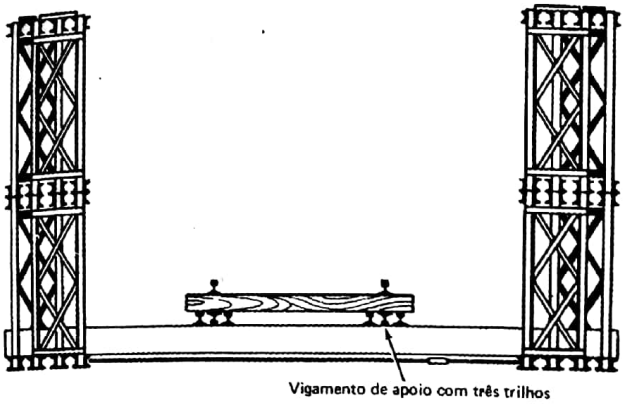


Fig 15-34. Vista frontal de uma ponte ferroviária "QD" aparelhada para suportar o carregamento E-35 de Cooper

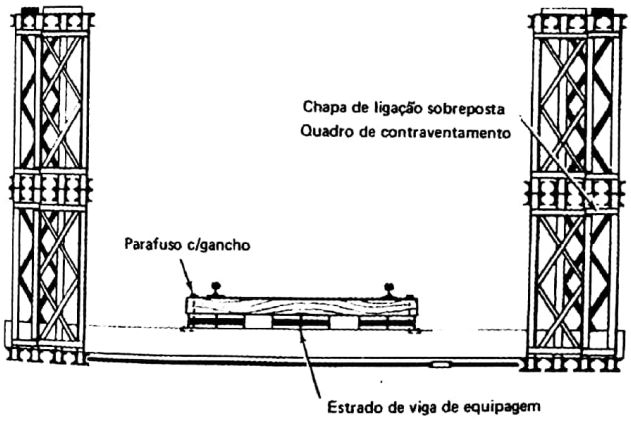


Fig 15-35. Vista frontal de uma ponte ferroviária "QD" com capacidade suficiente para suportar o carregamento Cooper E-35

a. Contraventamento — ao invés de empregar chapas de ligação e quadros de contraventamento, podem-se soldar cantoneiras nas extremidades dos painéis e, ao invés de travessa, podem-se empregar vigas-canais de 4 polegadas (10 cm).

b. Apoios — caso não se empreguem os postes terminais, os apoios são montados como mostra a Figura 15-32.

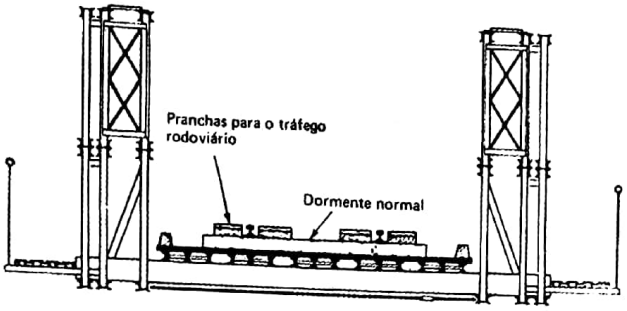


Fig 15-36. Vista frontal de uma ponte ferroviária "TD", preparada para o tráfego rodo-ferroviário

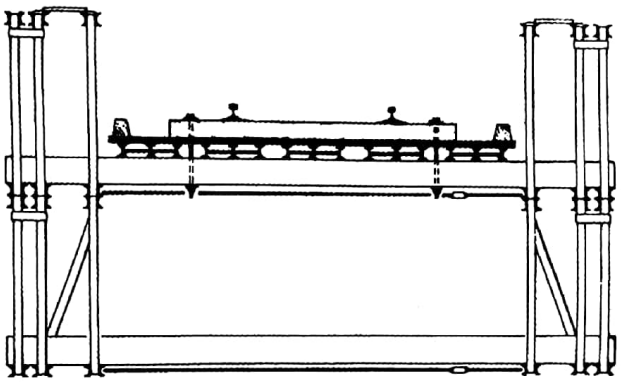


Fig 15-37. Vista frontal de uma ponte ferroviária TD Classe 70

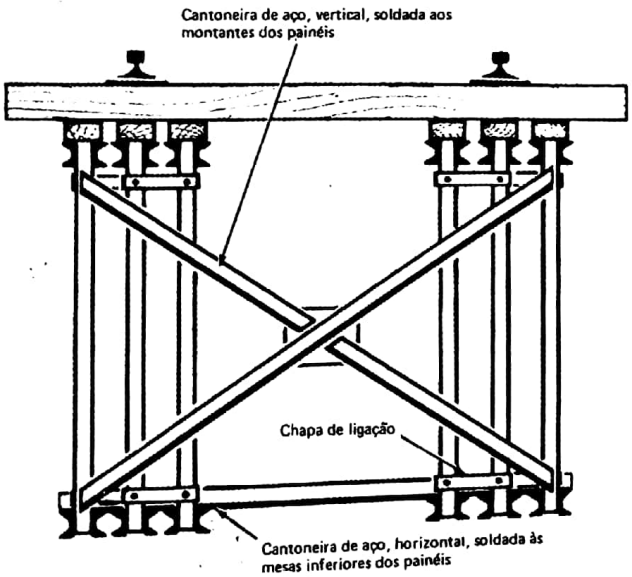


Fig 15-38. Vista frontal de uma ponte ferroviária de seis treliças, com tabuleiro superior tipo plataforma

Digitalizado com CamScanner

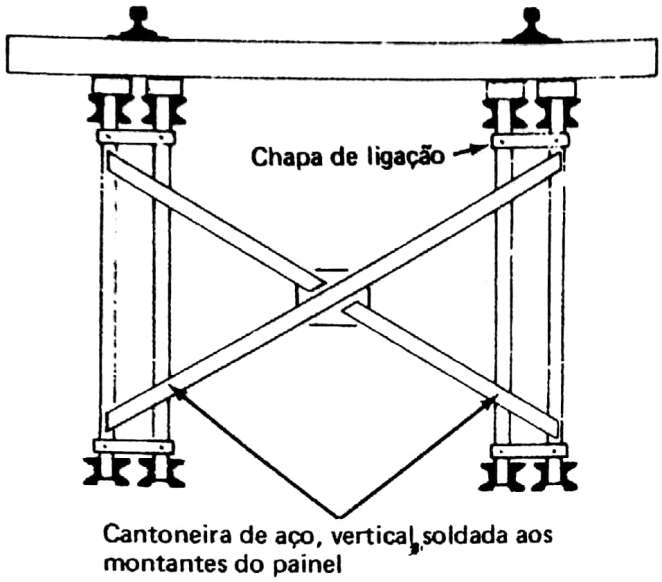


Fig 15-39. Vista frontal de uma ponte ferroviária de tabuleiro superior, tipo plataforma, de quatro treliças

c. Lançamento – cada treliça ou viga dupla pode ser colocada com auxílio de um cabo aéreo ou de um guindaste.

15-7. PONTES FERROVIÁRIAS CONSTRUÍDAS DURANTE A 2ª GUERRA MUNDIAL

A Tabela 15-4 relaciona as pontes ferroviárias construídas no TO europeu, durante a Segunda Guerra Mundial.

Digitalizado com CamScanner

Tab 15-1. Número necessário de treliças, segundo os vãos das pontes Bailey ferroviárias

VÃO		CARREGAMENTO					
		PADRÃO COOPER – E-45 (1)			PADRÃO COOPER E-45 (Modificado) (1)		
Pés	Metros	Tabuleiro inferior (2)	Pontes de tabuleiro superior (3)		Tabuleiro inferior (2)	Pontes de tabuleiro superior (3)	
			TIPO I	TIPO II		TIPO I	TIPO II
10	3,048	DS	–	–	DS	–	–
20	6,09	DS	–	–	DS	–	–
30	9,14	TS	6	–	TS	6	–
40	12,19	QS e DD	7	7	QS e DD	7	7
50	15,24	QS e DD	8	8	QS e DD	8	8
60	18,29	TD	9	9	TD	9	9
70	21,34	QD	10	10	QD	10	10
80	24,38	QD	11	11	QD	11	11
90	27,43	–	–	16	–	–	16
100	30,48	–	–	16	–	–	16

OBSERVAÇÕES – 1) Incluindo 25% de carga como coeficiente de impacto.

2) Baseado nas seguintes possibilidades de carga:

CONSTRUÇÃO		SS	DS	TS	QS	DD	TD	QD	DT	TT
Força cortante	Toneladas curtas	40	80	110	140	135	175	215	135	175
	Toneladas métricas	36,29	72,58	99,80	127,01	122,48	158,75	195,05	122,48	158,75
Momento fletor	Ton curtas/pés	760	1520	2080	2640	2800	3760	4720	5240	7024
	Ton métricas/m	212,8	425,6	582,4	739,2	784,0	1052,8	1321,6	1467,2	1966,7

3) Baseado em que, com 90% de eficiência, cada treliça suporta 20 toneladas curtas (18,14 ton métricas) de força cortante e 380 ton curtas/pé (106,5 ton métricas/m) de momento fletor.

Digitalizado com CamScanner

Tab 15-2. Momentos fletores e forças cortantes máximas causadas pelos carregamentos Cooper E-45

CARREGAMENTO									
VÃO		Padrão Cooper E-45 (duas locomotivas)				Padrão Cooper E-45/Modificado (uma locomotiva)			
		Força cortante máxima		Momento fletor máximo		Força cortante máxima		Momento fletor máximo	
Pés	Metros	Toneladas curtas	Toneladas métricas	Toneladas curtas/pé	Toneladas métricas/m	Toneladas curtas	Toneladas métricas	Toneladas curtas/pé	Toneladas métricas/m
10	3,05	34	30,840	63	17,7	34	30,840	63	17,7
20	6,09	56	50,800	232	65,0	56	50,800	232	65,0
30	9,14	71	64,410	462	129,4	71	64,410	462	129,4
40	12,19	85	77,110	739	207,0	85	77,110	739	207,0
50	15,24	98	88,900	1060	297,0	98	88,900	1060	297,0
60	18,29	110	99,800	1460	409,0	110	99,800	1446	404,9
70	21,34	124	112,490	1920	537,6	122	110,680	1845	516,6
80	24,38	139	126,100	2440	683,0	134	121,560	2303	644,8
90	27,43	154	139,700	3000	840,0	145	131,540	2791	781,5
100	30,48	169	153,310	3630	1016,5	158	143,340	3312	927,4

Digitalizado com CamScanner

Tab 15-3. Reação dos apoios (em Sh Ton e Ton métricas), para os diversos tipos de pontes ferroviárias (sob a ação do carregamento, do Padrão Cooper E-45)

CA CARREGAMENTO													
VÃO		PADRÃO COOPER E-45						PADRÃO COOPER E-45 (Modificado)					
		Tabuleiro inferior		Pontes de tabuleiro superior				Tabuleiro inferior (*)		Pontes de tabuleiro superior			
				TIPO I		TIPO II				TIPO I		TIPO II	
Pés	Metros	Sh Ton	t	Sh Ton	t	Sh Ton	t	Sh Ton	t	Sh Ton	t	Sh Ton	t
10	3,05	45	40,82	–	–	–	–	45	40,82	–	–	–	–
20	6,09	75	68,04	–	–	–	–	75	68,04	–	–	–	–
30	9,14	97	87,90	93	84,37	–	–	97	87,90	93	84,37	–	–
40	12,19	116	105,23	111	100,70	113	102,51	116	105,23	111	100,70	113	102,51
50	15,24	138	125,19	131	118,84	132	119,75	138	125,19	131	118,84	132	119,75
60	18,29	159	144,23	149	135,16	150	136,08	159	144,23	149	135,16	150	136,08
70	21,34	180	163,30	169	153,31	170	154,20	177	160,58	167	151,50	168	152,41
80	24,38	206	186,90	191	173,20	192	147,09	196	177,72	185	167,83	185	167,83
90	27,43	227	205,93	214	194,14	215	195,05	216	195,95	203	184,16	204	185,07
100	30,48	–	–	–	–	243	220,45	236	214,10	–	–	228	206,84

OBSERVAÇÕES — Abreviaturas — Sh Ton: toneladas curtas
t: toneladas métricas.

Digitalizado com CamScanner

Tab 15-4. Tipos de pontes ferroviárias construídas com Equipagem Bailey no TO Europeu

(Folha 1)

Lugar	Escola de Pontes de Kings Newton em Melbourne, Derby – Inglaterra.	Escola de Pontes Ferroviárias de Rakha Mines – Índia.	Sicília	Rio Ofanto, perto de Melfi – Itália.
Vão	90 pés	80 pés	120 pés (em dois vãos contínuos de 60 pés)	Três vãos de 60 pés
Capacidade	Locomotiva blindada, 2-8-0 (equivalente ao padrão Cooper E-35)	BSS – 16 (equivalente ao Padrão Cooper E-35)	Desconhecida	Classe 70 (Padrão Cooper E-40 – Modificado)
Número de treliças	QD	QD	TD	TD – Tabuleiro no andar superior
Contraventamento	Normal	Normal	Normal	Normal
Tabuleiro	Dormentes sobre duas linhas de apoio de trilhos (três trilhos de apoio). Travessa dupla.	Dormentes de 6''x8''x7' a 1'8'' de centro a centro. Cada terceiro parafuso com gancho ligado ao estrado de viga da equipagem. Estrados de vigas externos omitidos. Travessa dupla.	Cada 7º dormente é pregado nos pranchões sobre os estrados de viga. Em cada lado externo dos trilhos, sobre os dormentes, foi construídos um piso de madeira para permitir o tráfego rodoviário.	Dormentes de 2'6'' de centro a centro. Travessas duplas. Dormente aparafusados a cada 10', a uma chapa sob duas travessas.
Apoios	Berços e postes terminais da equipagem.	Berços e postes terminais da equipagem.	––	Berços e postes terminais da equipagem.
Tempo de construção	––	––	––	5 (cinco) dias.
Método de lançamento	––	––	––	120 pés, com 70 pés de nariz, lançados de uma margem. 60 pés lançados da outra margem, com o auxílio de uma cauda.
Figura de referência	15-34	15-35	15-36	15-37
Lugar	Rio Cevaro, perto de Fóggia – Itália.	Rio Durance, perto de Meurargues – França.	Rio Durance, ao sul de Sisteron – França.	Rio Durance, em Sisteron – França.
Vão	3 (três) de 40 pés, 80 pés e 40 pés	170 pés (com 2 vãos contínuos de 80 e 90 pés)	90 pés (com 2 vãos contínuos de 40 pés e sobre um pilar de 10 pés de largura)	60 e 120 pés (com dois vãos contínuos de 60 pés)
Capacidade	Classe 70 (equivalente ao Padrão Cooper E-40).	Trem de carros, de 40 toneladas curtas, sem locomotiva, equivalente a uma carga concentrada de 80 toneladas curtas.	Padrão Cooper E-40, modificado.	Padrão Cooper E-40, modificado.

(Continua. . .

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
6''x8''x7'	0,15x0,20x2,134
1'8''	0,508
2'6''	0,662
10	3,048
40	12,19
60	18,29
70	21,34
80	24,38
90	27,43
120	36,58
170	51,82
Sh ton	t
80	72,57

Digitalizado com CamScanner

Tab 15-4. Continuação – (Folha 2)

Número de treliças	TD. Tabuleiro no andar superior.	8 (oito) treliças agrupadas em 2 (dois) grupos de 4 treliças.	6 (seis) treliças agrupadas em 2 (dois) grupos de 3 (três) treliças.	6 (seis) treliças agrupadas em 2 (dois) grupos de 3 treliças.
Contraventamento	Normal	Quadros de contraventamento e chapas de ligação.	Chapas de ligação em todas as treliças. Contraventamento vertical de cantoneiras de aço soldadas nos montantes dos painéis. Contraventamento horizontal soldado às mesas inferiores adjacentes aos montantes dos painéis.	Quadros de contraventamento e chapas de ligação. Contraventamento de vigas canal, de 3'', soldadas sob as treliças.
Tabuleiro	Dormentes espaçados 2'6'' de centro a centro. Cada 4º dormente aparafusado a uma chapa sob as travessas. Travessas duplas.	Dormentes espaçados de 2'6'' de centro a centro, aparafusados às mesas dos painéis.	Dormentes espaçados de de 16'' de centro a centro, aparafusados num madeirame longitudinal, fixado no topo dos painéis.	Dormentes espaçados de 2'6'', aparafusados nos painéis.
Apoios	Berços e postes terminais da equipagem.	Viga de distribuição rígida sob dois pontos de soldagem, assentada sobre o madeirame dos encontros e pilares.	Apoios de madeira.	O 2º andar pendente assentado sobre o madeirame dos encontros. Rótula de aço sobre o chapéu do pilar.
Tempo de construção	5 (cinco) dias.	23 (vinte e três) dias.	9 (nove) dias.	20 (vinte) dias (incluindo a construção de um pilar de 60 pés).
Método de lançamento	120 pés, com 70' de nariz, lançados de uma margem. 40 pés lançados da outra margem.	Todas as treliças (de 170 pés) colocadas com o auxílio de um cabo aéreo. Contraventamento soldado depois da colocação das treliças em seu lugar.	Ponte completa lançada em balanço.	As treliças de 60 e 120 pés, colocadas diretamente no lugar, por intermédio de guindastes.
Figura de referência	15-37	––	15-38	––
Lugar	Ponte ''Montrond'' sobre o rio Büech em Serres – França.	Ponte ''Pont d'Ain'' sobre o rio Ain perto de Poncin – França.	Rio Suran, perto de Poncin – França.	Arbois – França.
Vão	40 pés (em 2 vãos contínuos de 20 pés).	170 pés (em 2 vãos contínuos de 85 pés).	90 pés.	70 pés (em 2 vãos contínuos de 35 pés).

Continua . .

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
3''	0,076
16''	0,406
2'6''	0,662
20	6,10
35	10,70
40	12,19
60	18,29
70	21,34
85	25,91
90	27,45
120	36,58
170	51,82

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 16

PONTES REFORÇADAS

16-1. PROJETO

O fator crítico do projeto, na maioria das pontes, é o momento fletor, que varia do máximo, no centro, a zero nos apoios. Contudo, a moldagem das peças forma vigas de seção e rigidez uniformes em toda a sua extensão. Portanto, na maioria das pontes, apenas os módulos centrais são completamente sujeitos aos esforços, e a maior parte da capacidade dos módulos extremos não é utilizada. Reforçando-se, apenas, as secções centrais, onde os momentos fletores são os mais elevados, obtém-se uma melhor distribuição de tensões. Isto se consegue com andares parciais de treliças ou com mesas suplementares de reforço. Assim, as pontes reforçadas comportam maior quantidade de componentes na sua montagem do que as pontes normais. As pontes SS, DS, DT e TT, de vãos curtos, são limitadas em suas capacidades pela força cortante nos apoios; desta forma, não podem ter suas resistências aumentadas pelo reforçamento das seções centrais e não foram incluídas na tabela de capacidade (Tab 3-1).

16-2. REFORÇAMENTO COM ANDAR PARCIAL

a. Descrição — pontes DS, TS, DD e TD, não limitadas por força cortante, podem ser reforçadas, convertendo-se as seções centrais, respectivamente, em DD, TD, DT e TT, sendo que o número de secções transformadas depende do aumento de classe desejado. A adição de painéis deve ser completada com quadros de contraventamento e chapas de ligação; nas montagens de pontes de andar triplo, também é necessário o contraventamento superior.

b. Montagem e lançamento — os andares parciais podem ser acrescentados antes ou depois do lançamento; quando adicionados antes, o nariz de lançamento empregado é o compatível com a ponte completa da montagem mais pesada, se o comprimento reforçado for maior que a metade do vão; se o comprimento reforçado for igual ou menor do que a metade do vão, o nariz de lançamento deve ser o da normal de montagem mais leve.

c. Classes — a Tabela 3-3 fornece as classes das pontes reforçadas com andares parciais, onde também são mostrados os comprimentos do reforço e as classes originais. A classificação "com precaução" importa num acréscimo de 25% sobre a classificação "com segurança".

16-3. REFORÇAMENTO COM MESAS SUPLEMENTARES DE REFORÇO

a. Descrição — todos os tipos de pontes, exceto as limitadas por força cortante, podem ser reforçados com mesas suplementares cortadas de painéis danificados, ou por peças de equipagem. As mesas de reforço suplementares são ligadas entre si por meio de pinos de painel e são conectadas aos painéis com parafusos de painel. Caso as mesas de reforço empregadas sejam meios de fortuna, os quadros de contraventamento devem ser modificados para darem passagem aos parafusos de painel (Fig 16-1); por sua vez, os suportes de contraventamento superior não podem ser montados, a menos que se utilizem parafusos de 10,16 cm (4"), mais compridos que os parafusos de painel da equipagem. O contraventamento superior pode, ainda, ser preso por travessas fixadas por braçadeiras sob a mesa superior dos painéis invertidos ou soldadas no topo das mesas suplementares.

b. Componentes especiais

(1) Mesas de reforço suplementares — as mesas de reforço suplementar, oriundas de painéis salvados, devem estar em esquadro e não danificadas. As vigas em "U" devem ser removidas com maçarico de corte e a superfície de soldagem deve ser polida, sem danificação dos flanges. O emprego das mesas inferiores de painéis no reforçamento de mesas superiores de todos os tipos de pontes requer a retirada dos "pivots" e da sede das travessas, após o que a região deve ser polida. Uma mesa suplementar pesa 90,7 kg (200 libras).

Digitalizado com CamScanner

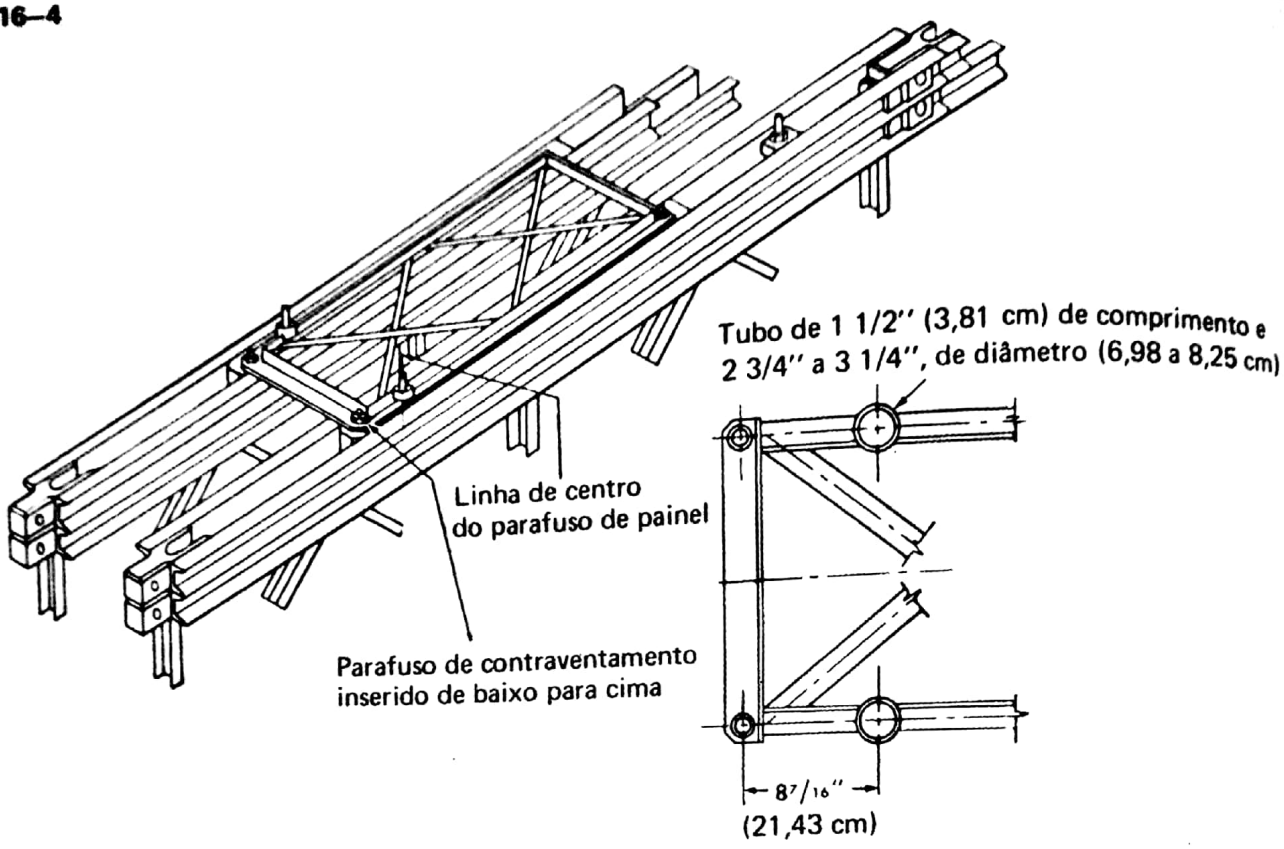


Fig 16-1. Mesa de reforço suplementar e detalhe do quadro de contraventamento modificado

(2) Quadro de contraventamento modificado — as pontes de treliças duplas ou triplas reforçadas com mesas de reforço suplementares, obtidas mediante o aproveitamento de salvados, exigem a modificação dos quadros de contraventamento que devem dar passagem aos prolongamentos dos parafusos de painel. Isto se consegue com dois tubos de 3,81 cm de comprimento (1 1/2") e de diâmetro interno entre 6,98 cm e 8,25 cm (2 3/4" e 3 1/4") soldados a cada haste longitudinal, a 21,43 cm (8 7/16") dos orifícios dos parafusos de contraventamento (em um canto do quadro); a operação exige um gabarito improvisado para prender o contraventamento durante as furações e soldagens, o qual mantém o alinhamento de todos os orifícios dos parafusos. Tal modificação não impede o uso normal do quadro de contraventamento.

c. Montagem e lançamento — as mesas suplementares de reforço de circunstância não podem ser adicionadas à mesa inferior das treliças antes do lançamento, porque os prolongamentos dos parafusos de painel interferem nos roletes; contudo, elas podem ser acrescentadas à mesa superior sem qualquer modificação do nariz de lançamento. Outro detalhe na operação é a imposição de que os parafusos de contraventamento que prendem os quadros de contraventamento (horizontais) sejam inseridos nas mesas suplementares de reforço, antes que estas sejam aparafusadas aos painéis; quando for o caso, as porcas dos parafusos de contraventamento são retiradas e os quadros de contraventamento adicionados.

d. Classes — a Tabela 3-4 fornece a máxima classe das pontes reforçadas com mesas suplementares e o correspondente comprimento do reforçamento.

16-4. MESAS DE REFORÇO DE EQUIPAGEM

As modernas equipagens das Cia Eng Pnt Pa Flu Cl 35 possuem mesas de reforço cujo emprego segue as normas do manual específico da Ponte Bailey Flutuante e do Manual Bailey e Uniflote (Fig 16-2 e 16-3).

Digitalizado com CamScanner

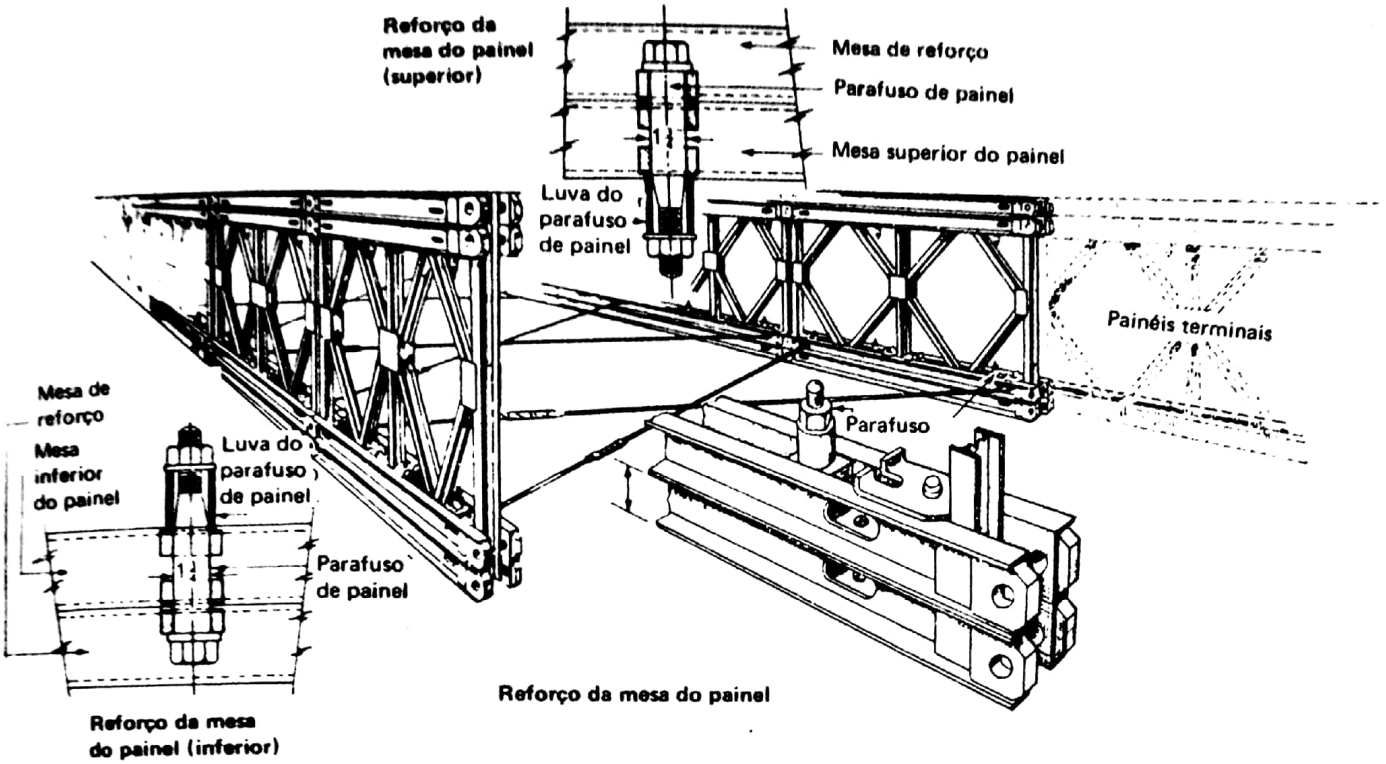


Fig 16-2. Mesa de reforço de equipagem

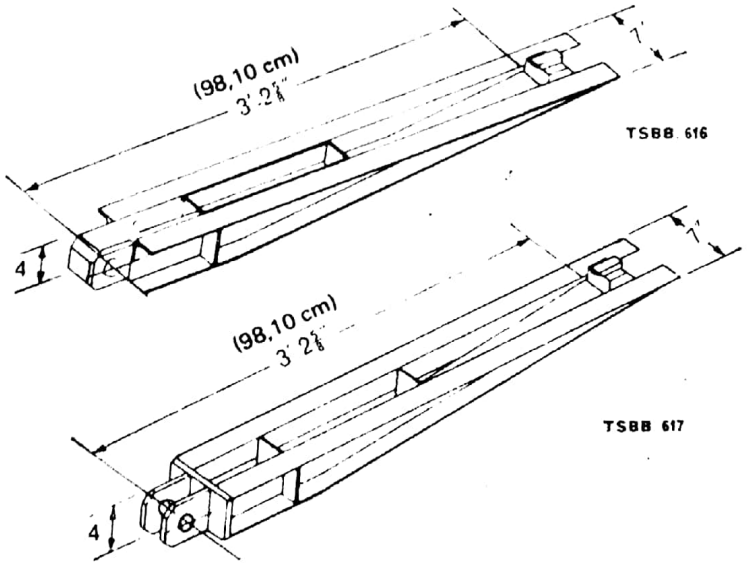


Fig 16-3. Mesas de reforço chanfradas (macho e fêmea) para permitir o reforçamento da mesa inferior antes do lançamento

Digitalizado com CamScanner

CAPITULO 17

PONTE SOBRE PILARES

ARTIGO I

PONTES DESCONTÍNUAS

17-1. TIPOS

Para vencer brechas maiores, empregam-se pontes sobre pilares intermediários, nas quais existe uma interrupção das treliças, fazendo com que cada lance se comporte como uma ponte autônoma. A interrupção sobre os diversos pilares é um recurso eficiente para diminuir as reações nos apoios e evitar esforços provocados por eventual recalque dos pilares. A ponte descontínua admite duas variedades de tipos: **com as duas mesas interrompidas e somente com a mesa superior interrompida.**

a. Pilares – os suportes intermediários das pontes descontínuas podem ser construídos com os painéis e demais peças padronizadas da equipagem, com madeiramento treliçado ou engradado, ou pelo aproveitamento dos pilares das pontes demolidas (Fig 17-1).

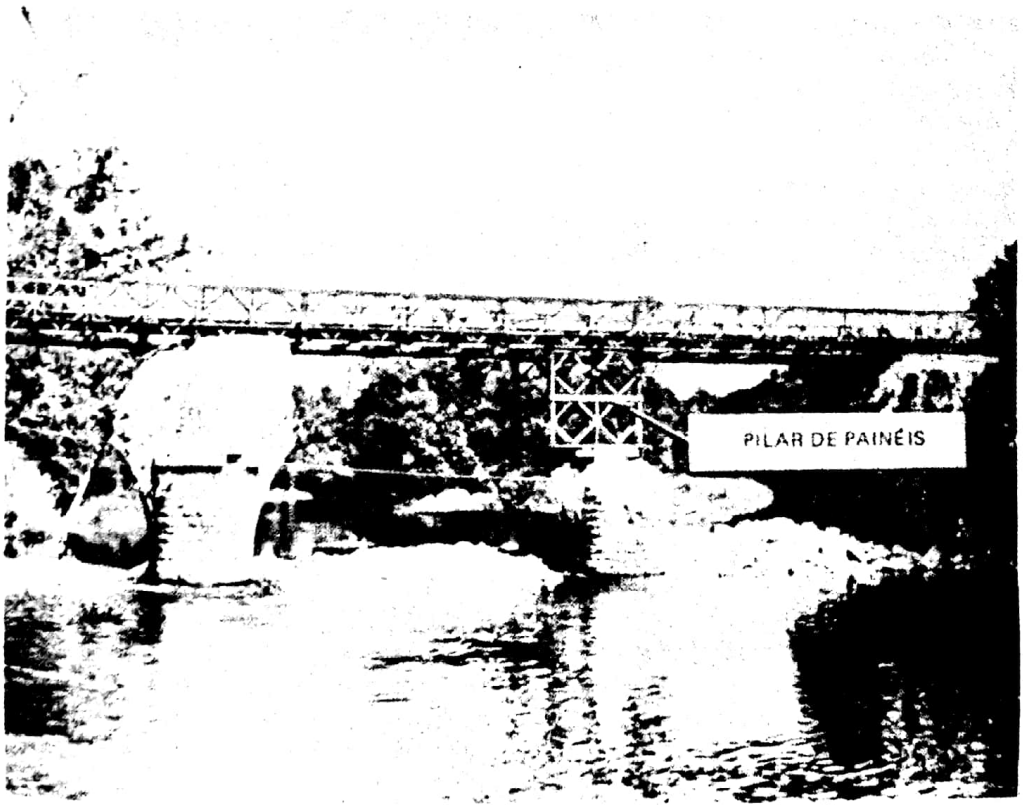


Fig 17-1. Ponte contínua sobre um pilar de alvenaria e sobre um pilar de painéis

Digitalizado com CamScanner

17-2. MONTAGEM

a. Lances

(1) Os lances independentes apresentam, normalmente, os perfis TS, TD, DS, DD e SS.

(2) Caso os lances adjacentes tenham tipos diferentes, com o fim de nivelar os elos de junção que unem duas estruturas, faz-se a parte de ponte de montagem mais pesada prosseguir por duas seções da ponte de montagem mais leve; assim, havendo dois lances confrontantes, o primeiro DD e o seguinte DS, a montagem DD ultrapassa o pilar, alcançando duas seções do segundo lance. Como a transição sobre o pilar apresenta certa vibração, há necessidade constante de reapertar as braçadeiras nas seções contíguas ao pilar.

(3) Caso um pilar de treliças triplas se destine a receber uma ponte de treliças duplas, a carga deve ser distribuída por todas as treliças do pilar. Isto é possível com a utilização de três seções de treliças triplas em cada extremidade confrontante, além da colocação de três travessas no topo do pilar.

b. Pilares — qualquer tipo de pilar, desde que tenha capacidade de suportar as reações (do peso próprio e da carga móvel), pode servir de apoio à ponte Bailey. Entretanto, a própria equipagem possui peças adequadas que permitem a construção de pilares padronizados, como mostra o Capítulo 18. É desejável que os topos dos pilares fiquem nivelados, conquanto admita-se pequena variação de altura, se inevitável. Finalmente, há necessidade de se estaiarem os pilares para que sejam evitadas oscilações.

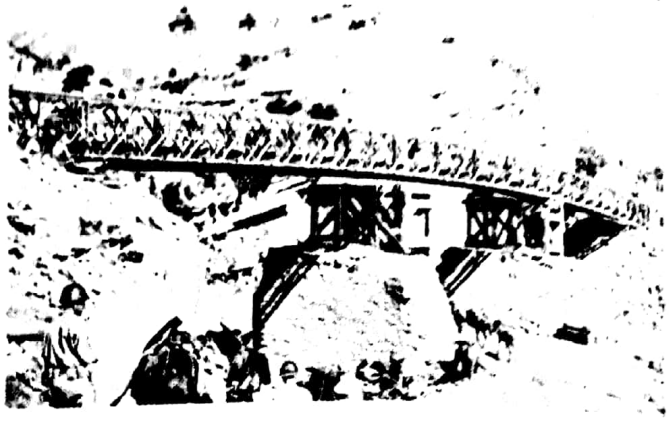


Fig 17-2. Ponte contínua de 170' (51,82 m) sobre pilares de madeira

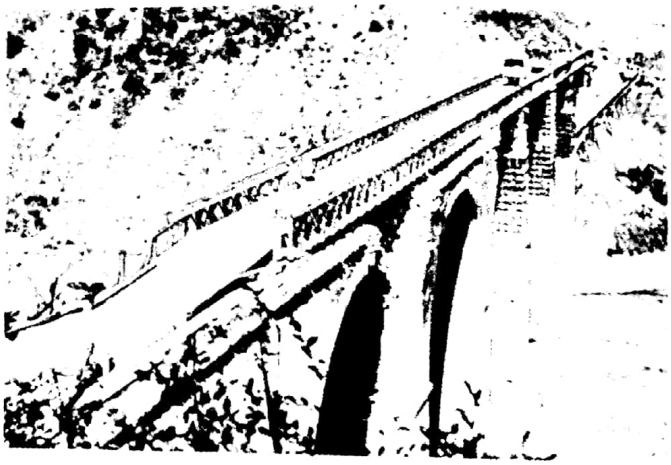


Fig 17-3. Ponte Bailey sobre vários tipos de pilares

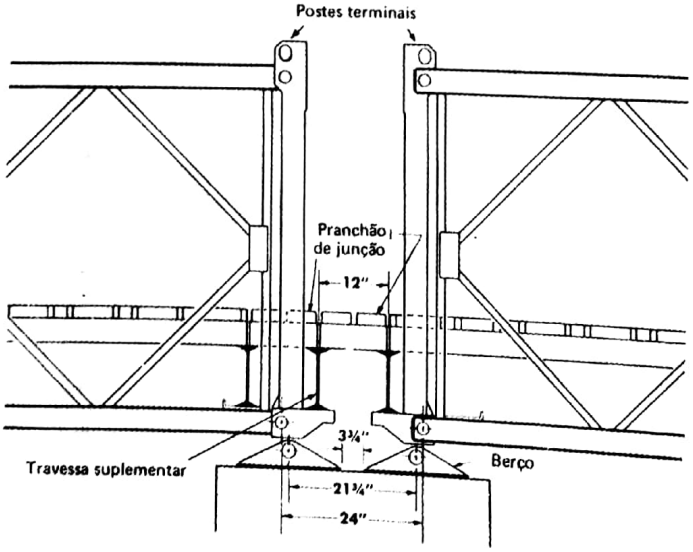


Fig 17-4. Apoio no suporte intermediário. O espaço entre os lances adjacentes é coberto por pranchões de junção

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
3 3/4"	0,095
12"	0,305
21 3/4"	0,552
24"	0,610

Digitalizado com CamScanner

c. Apoios e articulações

(1) Com o emprego do conjunto de articulação – para que as extremidades dos vãos confrontantes fiquem perfeitamente alinhadas e apontadas sobre as peças de articulação e apoio, deve-se tomar todo cuidado no sentido de que os pilares sejam corretamente alinhados e distanciados (Fig 17-4 a 17-10). Os postes de junção limitam os lances confrontantes e recebem elos de ligação que se apóiam em berços especiais (berços do elo de junção), no topo do pilar. Cumpre observar que a utilização do conjunto de articulação padronizado impõe severas restrições quanto à possibilidade de recalque do pilar. Entre os lances adjacentes surge uma brecha de 0,608 m (2') que deve ser preenchida com pranchões de junção.

(2) Com a utilização de postes terminais – na indisponibilidade das peças de articulação, os lances adjacentes podem confrontar-se por postes terminais comuns, que repousam em berços ordinários (Fig 17-4). A seguir, o espaço entre os lances pode ser fechado pelos seguintes processos:

(a) Com pranchões de junção – como em cada par de postes coloca-se uma travessa suplementar, se os berços forem apartados de 54 cm (2 1/8") cabe, na brecha resultante, um pranchão de junção, como mostra a Figura 17-4.

(b) Com emprego de longarinas de madeira – liga-se a brecha com 17 sarrafos de 10,16 cm x 10,16 cm (4" x 4"), cobrindo-a com dois pranchões comuns. Caso os berços confrontantes estejam uns contra os outros, os sarrafos devem ter 0,609 m (2') de comprimento (Fig 17-5).

(c) Com emprego de estrados de viga cortados – podem-se cortar estrados de vigas comuns para preencher a brecha, cobrindo-a com pranchões.

(d) Com o preenchimento da brecha pelo deslocamento do estrado de viga – caso os berços sejam espaçados de 1,39 m (4' – 6 7/8") todo o tabuleiro pode ser deslocado (Fig 17-6). Neste caso, haverá necessidade de se acrescentarem painéis suplementares no final da ponte para evitar o balanço do tabuleiro.

(3) Sem conjunto de articulação ou postes terminais – finalmente, caso não se disponha do material citado, pode-se revestir o topo do pilar com chapas de aço adequadamente cortadas, e sobre elas assentar os painéis com pinos colocados nas mesas inferiores, deixando as mesas superiores abertas, para que os lances atuem como pontes independentes.

(4) Sobre cavaletes de madeira – os cavaletes de madeira devem ter o acabamento superior conforme mostram as Figuras 17-7 a 17-11. Caso se proceda à construção da ponte sem postes terminais, ou sem as peças do conjunto de articulação, deve-se revestir o chapéu do cavalete com chapas de aço sob cada treliça. Nos cavaletes de uma única linha de estacas, empregam-se mãos francesas para receberem as sapatas dos macacos; nos demais cavaletes, os chapéus são ligados por longarinas, que proporcionam área de apoio para as placas-base, berços, sapatas, etc.

17-3. CLASSES

a. Das pontes descontínuas providas de postes padronizados – já que os lances atuam de forma independente, cada qual terá a mesma classe que teria se fosse montada como ponte bi-apoiada comum, não importando se termine ou inicie com postes terminais comuns ou de ligação.

b. Das pontes desprovidas de postes padronizados – sem os postes terminais ou de ligação, a classe dos lances descontínuos fica reduzida, conforme se pode verificar no Capítulo 26.

c. Dos pilares

(1) Em uma sucessão de lances descontínuos, na hipótese dos pilares estarem dimensionados para absorver as reações, a classe da ponte é determinada pela classe do lance mais fraco. A classe da ponte pode ser determinada, não pela classe dos lances, mas pela dos pilares. A classe dos pilares é tratada no Capítulo 18.

(2) Supondo as viaturas separadas de 30 m, a reação sobre o pilar pode ser calculada com o emprego da seguinte fórmula:

$$R = 1{,}3P + \frac{1}{2} W_d$$

Onde: R = Reação sobre o pilar
P = Força cortante máxima da carga viva
W_d = Peso próprio dos dois lances adjacentes

O coeficiente 1,3 foi determinado pela adição de 15% da carga viva como coeficiente de impacto e 1,13 como coeficiente de excentricidade, o que dá o total de 1,3.

d. Exemplo de problema sobre cálculo da reação nos pilares – uma brecha tem 64,01 m (210') de comprimento e a situação topográfica permite a construção de um suporte intermediário tal que se possam construir dois lances de 39,65 m (130') e 24,40 m (80'). As cargas que necessitam transpor a aludida brecha são de classe 50 em travessia normal. Pergunta-se: Qual o tipo dos lances? Qual a reação sobre o pilar intermediário?

(1) Tipo dos lances – supondo que haja disponibilidade de material de articulação, pode-se afirmar que os lances adjacentes atuarão como pontes independentes. Isto posto, a Tabela 3-1 determina: uma ponte TD para o lance de 39,65 m (130') e uma ponte DS para o lance de 24,40 m (80'). Para nivelar os elos de junção, a montagem TS deverá prosseguir nas duas primeiras seções da ponte DS.

(2) Cálculo da reação

Digitalizado com CamScanner

(a) Determinação de P – com o auxílio do nomograma (Figura 17-12) determina-se P da seguinte forma: na horizontal inferior entra-se com a soma dos comprimentos dos lances adjacentes (64,01 m ou 210'). Após, traça-se uma perpendicular até a curva da classe 50. Daí, segue-se, perpendicularmente, para a esquerda, onde se encontra o valor de 72 Sh Ton para a força cortante.

(b) Determinação de W_d – na Tabela 1-1, tomam-se os pesos das secções DS e TD, que são, respectivamente, 3,41 e 5,8 toneladas curtas. Em virtude da necessidade de prolongar a montagem TD por duas seções do lance seguinte, resultam 15 seções TD e 6 seções DS. Assim:

$$R = 1{,}3\,P + \frac{1}{2}\,W_d$$

$$R = 1{,}3 \times 72 + \frac{1}{2}\,(3{,}4 \times 6 + 5{,}88 \times 15)$$

$$R = 149{,}8 \text{ toneladas curtas}$$

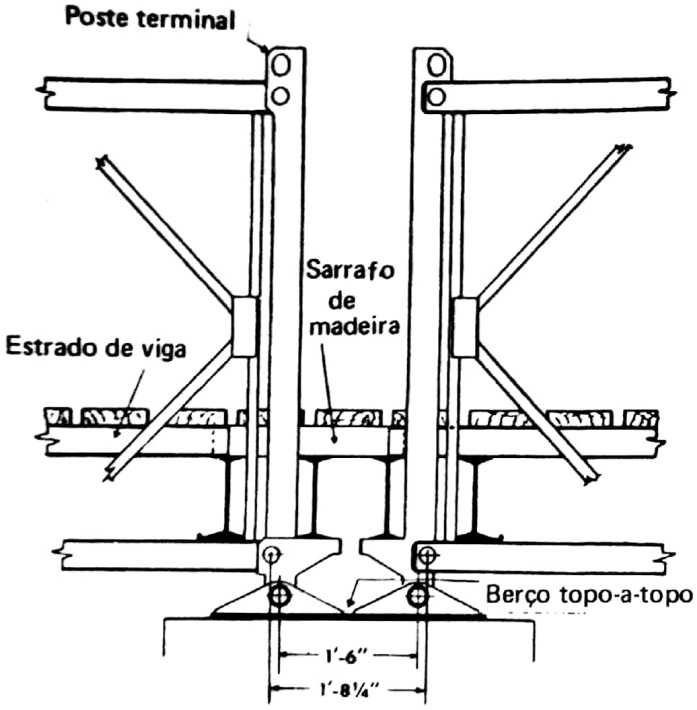


Fig 17-5. Emprego de sarrafos de 4"x4"x2', ao invés de pranchão de junção

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
4"	0,102
1'-6"	0,457
1'-8 1/4"	0,514
2"	0,609

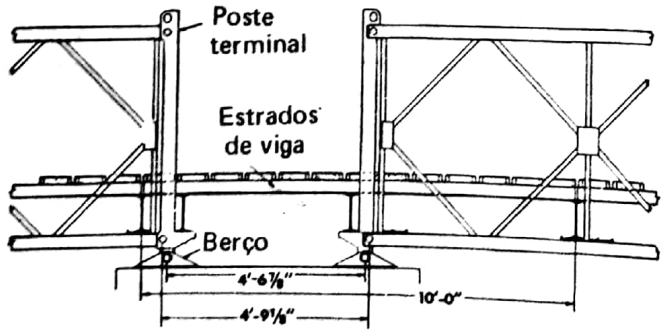
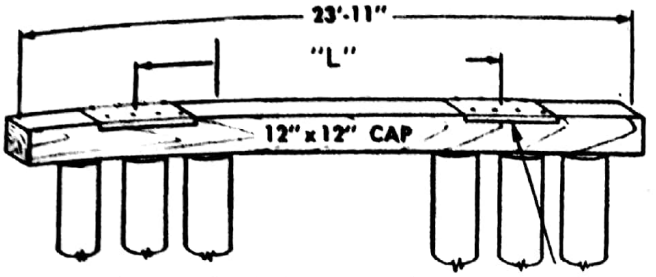


Fig 17-6. Dois lances descontínuos sobre um pilar comum. Preenchimento da brecha de 5' (1,72 m) e a defasagem das estradas de viga

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	**Metros**
4'-6 7/8"	1,349
4'-9 1/8"	1,451
10'	3,048

Digitalizado com CamScanner



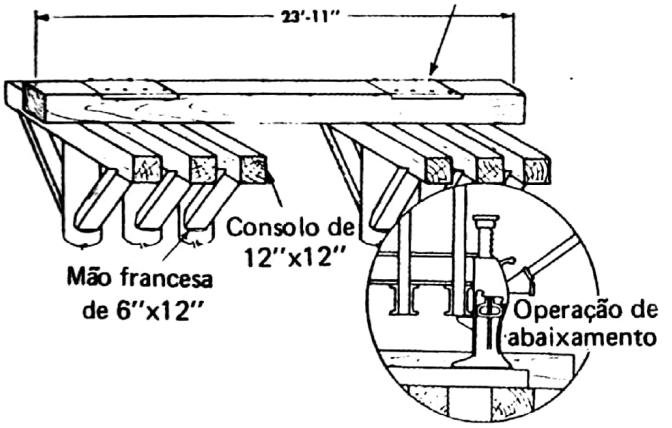
Chapa de 3/8" de comprimento dependente da carga total e do tipo de madeira do chapéu

L – 14' – Treliça simples
L – 16'-4" – Treliça dupla
L – 17'-1/2" – Treliça tripla

CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
14'	4,267
16' 4"	4,978
17' 1/2"	5,194
23' 11"	7,298

Fig 17-7. Construção do chapéu de cavalete destinado às pontes contínuas. Chapas de aço sob cada treliça

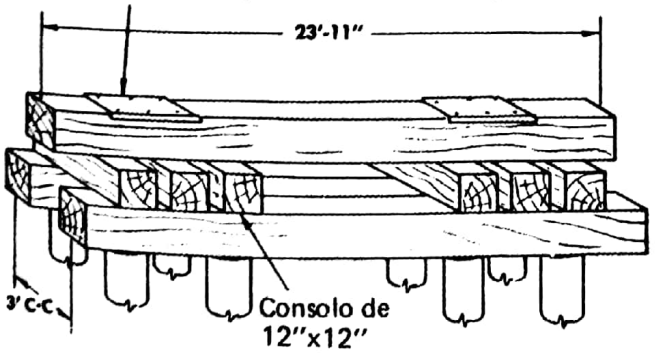
Chapa de 3/8" de comprimento dependente da carga total e do tipo de madeira do chapéu



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
3/8"	0,010
6"	0,152
12"	0,305

Fig 17-8. Construção do chapéu de cavalete destinado às pontes contínuas, com consolos e mão francesa para produzir uma plataforma adequada à operação dos macacos

Chapa de 3/8" de comprimento dependente da carga total e do tipo de madeira do chapéu

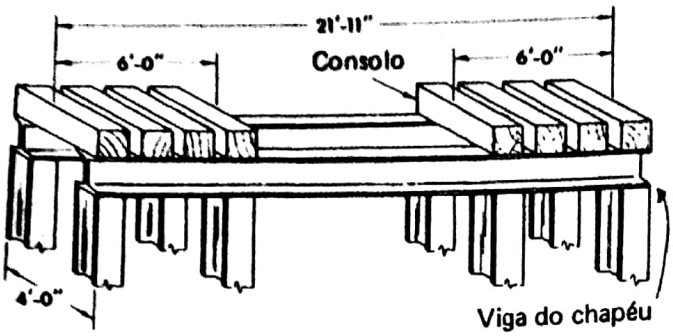


CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
3/8"	0,010
12"	0,305
3'	0,914
23'-11"	7,289

Figure 9-[illegible] Cons.

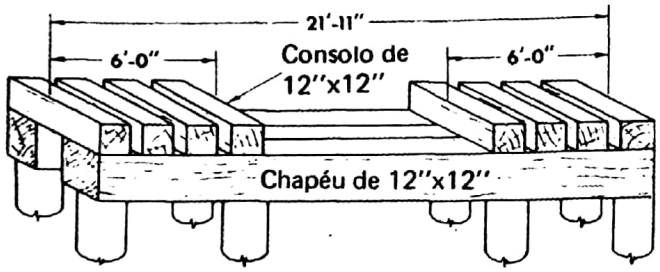
Fig 17-9. Construção de um cavalete para pontes contínuas. Chapéu de cavalete de 2 pilares

Digitalizado com CamScanner



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
4'	1,216
6'	1,829
12"	6,680

Fig 17-10. Construção do chapéu de cavalete para ponte descontínua, com acomodação para os apoios (berços), chapéu e pernas de vigas de aço



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
12"	0,305
6'	1,829
21'-11"	6,680

Fig 17-11. Chapéu de cavalete apropriado para pontes descontínuas com acomodação para os apoios (berços)

17-4. MÉTODOS DE LANÇAMENTO

As pontes descontínuas podem ser lançadas de três modos:

a. Em balanço com nariz de lançamento -- caso em que é lançada como ponte contínua e depois desmembrada (Parágrafo 17-5).

b. Construindo cada lance pelo método de lançamento das treliças simples.

c. Navegando cada lance para sua posição na ponte.

17-5. LANÇAMENTO COMO PONTE CONTÍNUA

a. Procedimento -- normalmente, as pontes mais leves são lançadas em balanço com o nariz de lançamento, completas ou não antes do lançamento. Uma vez completa a ponte, procede-se sua abertura em cada um dos pilares. As pontes mais pesadas são sempre lançadas incompletas, para facilitar a operação. Durante o lançamento, os diversos lances autônomos podem ser providos de postes de junção, temporariamente trancados com engates de elevação de nariz de lançamento e ligados sem qualquer articulação. Isto posto, a ponte é empurrada ou puxada sobre a brecha por guinchos adequados. As várias técnicas de lançamento são descritas nos itens f, g e h.

b. Colocação dos roletes de lançamento – os roletes de lançamento são colocados no mesmo nível sobre os pilares e encontros, com seus berços, placas-base ou sapatas amarrados ou pregados aos pilares, para evitar que deslizem durante o lançamento. Quando a ponte for lançada sem o emprego dos postes de junção, o chapéu do pilar deve ser suficientemente largo para permitir a colocação de dois roletes de lançamento no final de cada lance.

c. Nariz de lançamento – emprega-se, nas pontes descontínuas, um nariz de lançamento idêntico aos das pontes bi-apoiadas, cujo comprimento é calculado segundo as necessidades do maior lance. A compensação do abaixamento de sua ponte é feita com engates de elevação do nariz de lançamento nos lugares adequados. O cálculo do abaixamento, indispensável para o posicionamento dos engates, deve levar em conta um acréscimo de 16 cm (6") como segurança.

d. Estaiamento dos pilares – para neutralizar as solicitações da ponte durante o lançamento, procede-se ao estaiamento dos pilares intermediários. Após o lançamento, caso necessário, puxa-se a ponte ligeiramente para trás, para aliviar tensões nos estais.

e. Operação dos macacos – para operar os macacos sobre os suportes intermediários, são necessários os implementos descritos no Parágrafo 17-14.

Digitalizado com CamScanner

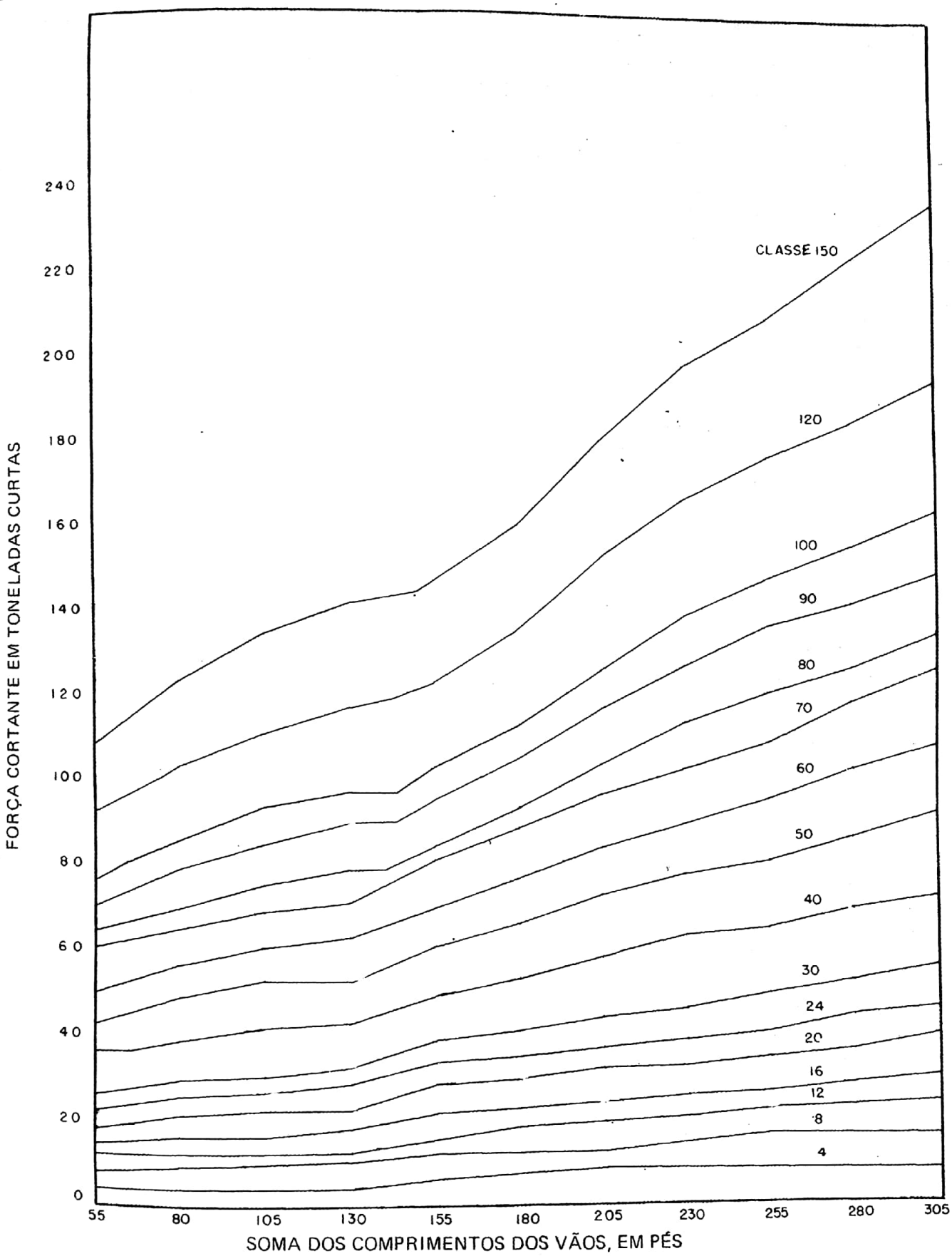


Fig 17-12. Força cortante produzida pelas diversas classes de carregamento nos apoios dos lances adjacentes

Digitalizado com CamScanner

f. Técnica de lançamento com emprego do conjunto de articulação

(1) Articulação – os postes de junção são colocados frente a frente nos lances adjacentes e pinados na mandíbula inferior.

(a) Caso os lances sejam de igual comprimento, começando pela primeira articulação, colocam-se engates de elevação de nariz de lançamento no topo da articulação das junções alternadas, formando uma ponte contínua. Diz-se, então, que a ligação está fechada, ou que os postes estão fechados.

(b) Se os lances não forem todos do mesmo comprimento, o primeiro deles (mais o nariz de lançamento) toma o dobro do comprimento do maior lance da ponte para contrabalançar o peso do nariz.

(c) Entre os lances de treliça dupla, coloca-se um par de postes em cada andar com as mandíbulas dos postes do andar inferior trancadas com um pino e os topos dos postes do andar superior trancados com engates de elevação do nariz de lançamento. As mandíbulas dos postes do andar superior e os topos dos postes do andar inferior permanecem abertos.

(2) Remoção dos pinos de trancamento e abaixamento da ponte – dois são os métodos de remoção dos engates de elevação que trancam a ligação fechada:

(a) Remoção no ponto fixo (ponto onde o momento fletor da estrutura é nulo) – nas pontes de vários lances, os engates de elevação do nariz de lançamento que trancam as ligações fechadas podem ser removidos no ponto fixo. Isto é: no lançamento de uma viga contínua, há um ponto, perto de cada suporte, onde o momento fletor muda de sinal. Nesse ponto, há completa ausência de momento fletor na treliça e de tensão nos engates de elevação do nariz de lançamento que trancam os postes de junção na mesa superior. Então, os pinos de painel podem ser facilmente removidos, e até mesmo retirados com a mão, caso tenham sido engraxados. Para determinar o ponto fixo, um homem parado junto aos engates bate nos pinos com uma pequena ferramenta até que sinta que estão completamente frouxos, quando então são removidos. A ponte continua a ser lançada, até que os postes ocupem sua posição sobre os respectivos berços. Após, a ponte é baixada por macacos, simultaneamente, em pilares alternados.

(b) Remoção sobre os pilares – nas pontes mais leves, de dois ou três lances, os engates de elevação do nariz de lançamento das ligações fechadas podem ser removidos sobre os pilares. A ponte é completamente lançada antes do início da remoção dos engates. Isto posto, é levantada pelos postes terminais e os roletes de lançamento substituídos por madeira de fundação de igual altura, nos encontros. Após esta operação removem-se os roletes e a madeira dos pilares centrais interiores e a ponte é abaixada vagarosamente. Enquanto os macacos do pilar central vão sendo abaixados, decresce a tensão nos engates. Quando a tensão for zero, os pinos e engates são removidos e a ponte baixada no suporte intermediário. A operação é repetida nos pilares adjacentes, sempre em direção aos encontros. As Tabelas 17-1 e 17-2 devem ser consultadas para determinação dos lances máximos e disposição dos macacos. Nas pontes pesadas empregam-se macacos, também, nos pilares.

g. Técnica de lançamento com emprego dos postes terminais assentados em berços comuns

(1) A estrutura é lançada como ponte contínua até que o lance de segunda margem atinja sua posição.

(2) Desliga-se o lance de segunda margem e puxa-se o resto da ponte para a primeira margem até que o lance adjacente ao já lançado encontre sua posição. Para remover os pinos, a ponte deve ser levantada vagarosamente com macacos, seja na junção, seja na extremidade.

(3) Repete-se a operação até abrir a ponte em todos os pilares.

(4) Colocam-se os postes terminais e baixam-se os lances sobre os berços.

h. Técnica de lançamento sem postes terminais

(1) Caso se pretenda abrir a ponte apenas na mesa superior, procede-se à retirada do pino no ponto fixo (onde o momento fletor é zero e não existe tensão na mesa superior), como já foi mostrado em b. (2) anterior (remoção sobre os pilares).

(2) Caso se pretenda abrir o lance em ambas as mesas, procede-se como no item g anterior (técnica de lançamento) com emprego de postes terminais assentados sobre berços comuns.

17-6. LANÇAMENTO PELO MÉTODO DAS VIGAS SIMPLES

As vigas simples são lançadas a partir dos lances anteriormente montados, e, depois de colocadas na posição definitiva, recebem o tabuleiro.

17-7. LANÇAMENTO COM AUXÍLIO DE UNIFLOTES

O lance pode ser montado sobre uniflotes e navegado para sua posição, conforme as instruções do Manual Ponte Bailey Flutuante.

17-8. UTILIZAÇÃO DOS MACACOS SOBRE OS PILARES

Nos casos onde houver necessidade de elevar ou baixar a ponte operando os macacos nos suportes intermediários, deve-se minizar a diferença de nível dos pilares, realizando ajustes nos roletes intermediários. Quando os pilares são resistentes e espaçosos a operação não oferece problemas, pois os macacos podem ser colocados sob as treliças interiores. O método adiante é considerado satisfatório na operação de remoção das pontes dos roletes intermediários e colocação das vigas de distribuição.

Digitalizado com CamScanner

a. Colocam-se macacos sob os montantes verticais ou sob as diagonais do painel da treliça de cada lado da ponte com as alças voltadas para o centro e removem-se os contraventamentos diagonais. Levanta-se a ponte e retiram-se os roletes e a fundação de madeira. Escora-se a ponte, temporariamente, sob a treliça interna e coloca-se o berço no centro da placa-base.

b. Colocam-se as vigas de distribuição sobre o berço e sob as treliças centrais e externas. Abaixa-se a ponte até 7 cm (3") acima da posição final. Coloca-se madeira de fundação entre a mesa inferior da ponte e o topo da viga de distribuição, e abaixa-se a ponte na madeira de fundação. Removem-se os macacos das treliças internas.

c. Colocam-se as vigas de distribuição sob as treliças internas para que a sapata do pilar fique sobre o berço da ponte (a sapata do pilar é empregada como parte da rótula soldada à viga de distribuição).

d. Colocam-se os macacos debaixo das vigas de distribuição sob as treliças internas da ponte, levantam-se os macacos, remove-se a madeira de fundação das treliças centrais externas e abaixa-se a ponte sobre os berços.

e. Soldam-se as chapas guias às flanges da viga de distribuição com os botões entre a treliça interna e externa.

f. Travam-se os berços da ponte com madeira.

17-9. MANUTENÇÃO

A ponte deve ser periodicamente inspecionada para que se possa constatar qualquer recalque dos pilares. Os pilares são estaiados e os berços travados com madeira.

ARTIGO II

PONTES CONTÍNUAS

17-10. CARACTERÍSTICAS

Diz-se que a ponte é contínua quando não há interrupção nas mesas dos painéis sobre os suportes intermediários. As pontes contínuas apresentam certas vantagens sobre as descontínuas, entre as quais se destacam: os pilares não necessitam ser perfeitamente alinhados nem espaçados em segmentos de 10 pés (3,04 m), a montagem é mais rápida e a classe aumentada na maioria dos tipos de pontes.

17-11. MONTAGEM

a. Número de lances — o número de lances é limitado por dois fatores: efeito das vibrações provocadas pelas cargas e dificuldade de manter as pontes maiores, em alinhamento perfeito, durante o lançamento. Normalmente, as pontes contínuas possuem, no máximo, 152,40 m (500') e 4 lances.

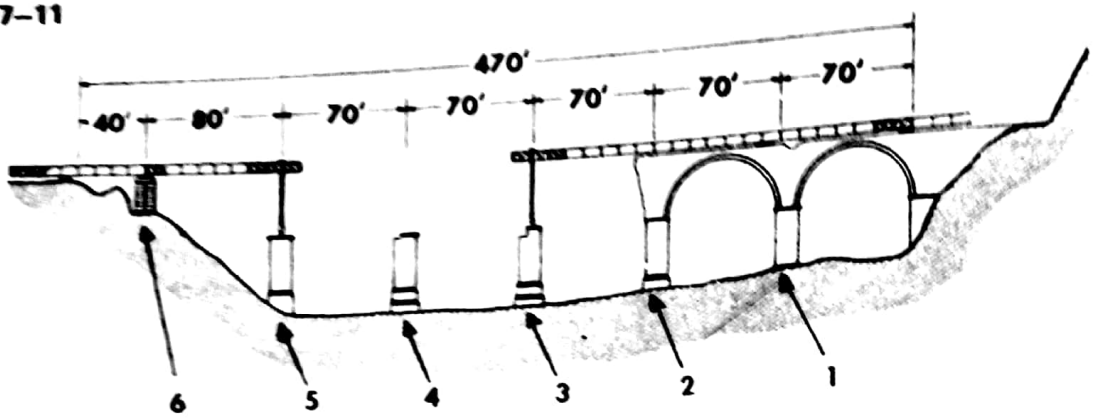
b. Comprimento dos lances — a Tabela 3-5 (1ª e 2ª Parte) relaciona o comprimento dos lances com o tipo de construção, para determinar a classe das pontes. Caso os lances tenham comprimentos diferentes, o menor deve ser no mínimo igual a 60% do maior para que as cargas mais pesadas sobre o maior não levantem a extremidade do lance menor. Se as circunstâncias concretas impuserem que o lance menor tenha comprimento inferior a 60% do maior, a ponte deve ser descontínua e o lance menor independente.

c. Variação do tipo da ponte de um para outro lance — caso haja necessidade de variar o tipo de montagem de um para outro lance, é mais prático variar o número de andares do que a quantidade de treliças, para que haja distribuição adequada dos esforços nos lances adjacentes. Caso a ponte seja construída com um pilar, o tipo da montagem dos lances deve ser o mesmo. Se forem empregados vários pilares, deve-se reforçar o último lance da ponte. A Tabela 2-5 fornece as informações indispensáveis para determinar a classe da ponte, que deve ser expressa pela do lance menos resistente. São aconselháveis, somente, as seguintes variações de montagem: SS, para DS; DS para DD; TS para TD e DD para DT; a construção maior e mais resistente deve prosseguir por 1/4 do comprimento da menor e mais leve. Sempre que houver uma construção DD ou DT, há necessidade de se reforçarem as duas últimas seções de cada lado do pilar para TD e TT.

d. Construção dos pilares — qualquer tipo de pilar capaz de absorver as reações dos lances contíguos pode servir como suporte intermediário da ponte contínua. Normalmente, a construção do pilar precede a da ponte; entretanto, nos locais inacessíveis, seja pela altura, seja pela rapidez da correnteza, a construção pode ser feita com o auxílio de um cabo aéreo ou de um nariz auxiliar, por onde o material de construção desce até a fundação, como mostram as Figuras 17-13 e 17-14. Nas pontes contínuas de apenas um suporte intermediário, a construção do pilar pode suceder à construção completa da ponte, sendo o material do pilar baixado da própria ponte. Neste caso, é importante calcular se a ponte tem capacidade para suportar as turmas de construção e o peso do material. Finalmente, convém lembrar que os pilares devem ser estaiados, principalmente se forem estreitos e altos.

e. Construção das rótulas da ponte — diversas espécies de rótulas podem ser empregadas nos pilares para compensar a deflexão das treliças, quando carregadas. Es-

Digitalizado com CamScanner



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
40	12,19
70	21,34
80	24,38
470	143,26

Fig 17-13. Pilares nº 5 e 3 construídos a partir das extremidades em balanço de pontes vindas de ambas as margens

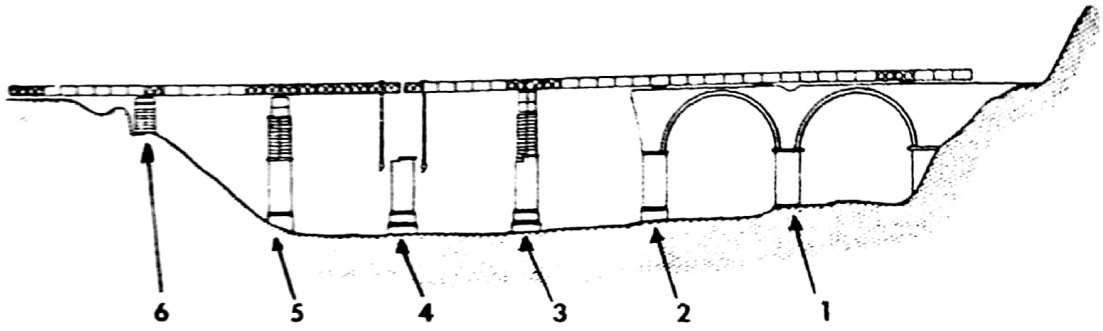


Fig 17-14. Pilar nº 4, construído a partir das extremidades em balanço de pontes vindas de ambas as extremidades

sas rótulas, normalmente, ocupam a parte superior do pilar e, quando colocadas embaixo, há necessidade de ligá-las rigidamente ao mesmo. Logo a seguir, serão descritas várias modalidades de rótulas, cujas vigas de distribuição devem ser suficientemente fortes para evitar momento fletor excessivo nas mesas inferiores dos painéis. A Tabela 17-3 fornece o número de pontes de suportes dos painéis (montantes ou diagonais) que devem ser efetivamente escorados pelas vigas de distribuição.

(1) Rótula para escorar a ponte por dois pontos de suportes de painel – como ilustra a Figura 17-5, para suportar reações iguais ou inferiores a 15,42 t (17 Sh Ton) por treliça, emprega-se a rótula constituída de um berço comum, uma sapata de pilar e uma soleira de pilar que, dada sua flexibilidade, permite pleno escoramento em apenas dois pontos de suporte de painel.

(2) Rótula para escorar a ponte por três pontos de suporte do painel – para suportar reações iguais ou inferiores a 22,68 t (25 Sh Ton) por treliça, emprega-se a rótula ilustrada na Figura 17-16 constituída por uma soleira de pilar suportada por um berço do elo de junção invertido, basculando sobre um elo de junção apoiado em madeira de fundação.

(3) Rótula para escorar a ponte por 5 pontos de suporte do painel – reforça-se a soleira de pilar mostrado na Figura 17-15 com um pedaço de travessa de 2,54 m (8' e 4"), como ilustra a Figura 17-17. Soldam-se, juntas, a soleira de pilar, a travessa e a sapata de pilar e liga-se o conjunto às mesas inferiores do painel empregando braçadeiras de mesa de painel; a seguir, soldando as flanges inferiores da travessa em ambas as extremidades, ligam-se os conjuntos vizinhos com pequenas seções de viga tipo "C" para dar estabilidade lateral a cada rótula. Finalmente, soldam-se alguns diagramas e chapas de acabamento, consolidando as rótulas em um bloco único. Caso se empregue uma seção de travessa de 3,04 m (10') de comprimento, podem-se suprimir as soleiras de pilar. Entretanto, há necessidade de se soldarem chapas de limitação para evitar o escorregamento das treliças nas travessas, isto é, para evitar que a ponte abandone a rótula.

f. Ancoragem da ponte – em virtude das contrações e expansões provocadas pela variação da temperatura e do deslizamento ocasionado pela flexão devida à carga, deve haver uma tolerância para o deslocamento longitudinal da ponte. Para permitir esse movimento, as placas-base devem ser engraxadas para que os berços possam

Digitalizado com CamScanner

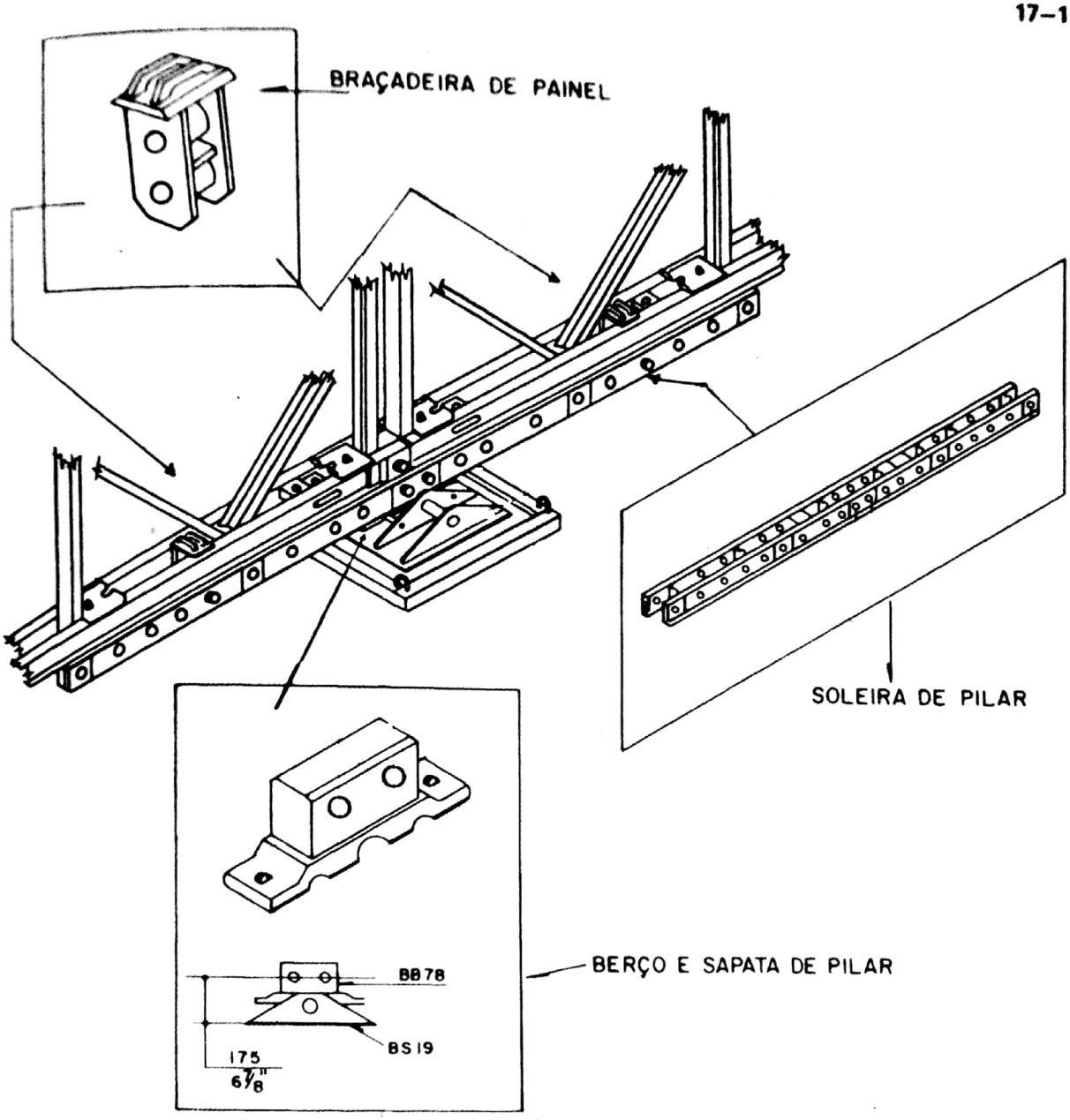


Fig 17-15. Rótula de apoio em 2 pontos de suporte do painel, construída com berço, sapata de pilar e soleira do pilar

movimentar-se longitudinalmente. Nas pontes em aclive, as contrações e expansões provocam uma tendência de deslizamento exagerado; para neutralizar essa tendência, as rampas não devem exceder a relação de 40:1 e a ponte deve ser fixada. Nas seções finais das pontes de lances finais pequenos, grampeiam-se os postes terminais nos berços para que a canelura dos postes não abandone as rótulas dos berços, caso o lance se levante sob ação de uma carga atuando na seção subseqüente.

g. **Nivelamento dos suportes intermediários** – as mesas inferiores da ponte devem estar niveladas sobre todos os suportes intermediários, conquanto admita-se uma rampa suave. Se qualquer pilar recalcar-se mais que 15 cm (6") abaixo do nível da ponte, há necessidade de escorar as rótulas de apoio, sem o que se torna certo o colapso da superestrutura.

17-12. CLASSES

a. A classe das pontes contínuas varia em função do comprimento dos lances. Comparando com as pontes descontínuas, os lances têm menor capacidade, já que a força cortante sobre os pilares é maior. A Tabela 3-5 dá a capacidade das pontes contínuas. Nela se nota que, em vários casos, a classe é maior que a das pontes bi-apoiadas de mesmo vão. Por outro lado, a Tabela 17-3 mostra a reação existente nos pilares e o número de pontos de suporte dos painéis que deve ser escorado pelas vigas de apoio

Digitalizado com CamScanner

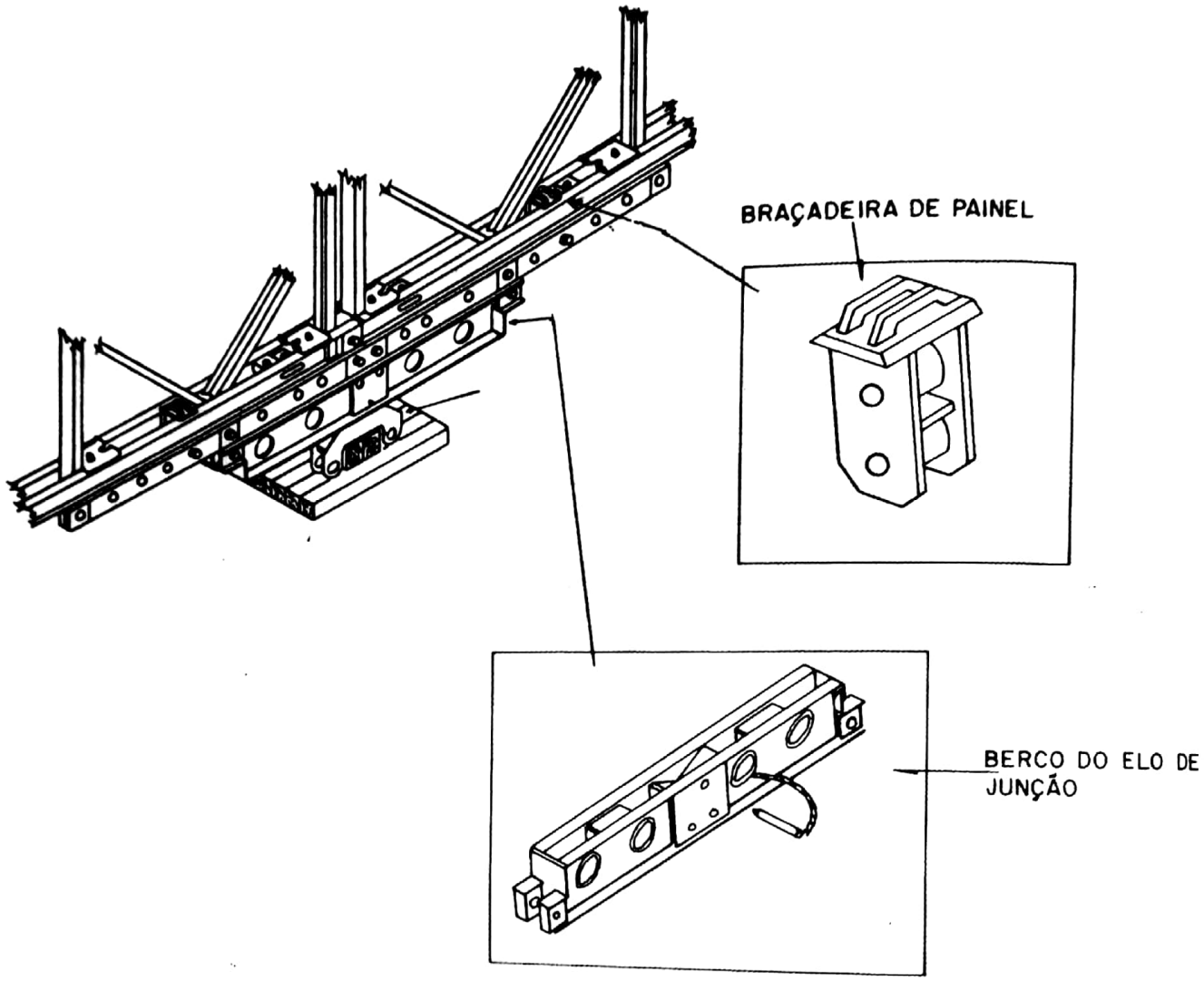


Fig 17-16. Rótula de apoio em 3 pontos de suporte do painel, construída com elo de junção, berço do elo de junção e soleira de pilar

das rótulas, para a distribuição dos esforços aos painéis. A Figura 17-17 mostra uma rótula que possui uma viga de apoio suficiente para alcançar cinco pontos de suporte do painel, adequada para todos os lances constantes da tabela.

b. Problema exemplificado do emprego da tabela: um pilar dista 130′ de uma das margens de um rio e 80′ da outra. Pretende-se montar, neste local, uma ponte contínua capaz de suportar cargas classe 50 em travessia normal. Pedem-se: o tipo dos lances, o tipo de rótula e a carga sobre o pilar (80′ = 24,38 m/130′ = 39,62 m).

(1) Tipo dos lances — recorrendo à Tabela 3-6 (2ª parte), verifica-se a adequação do tipo DD.

(2) Tipo de rótula — a Tabela 17-3 mostra que dois lances adjacentes de 130′ exigem 3 pontos de suporte no painel. Por outro lado, a falta de informações quanto ao lance DD de 80′ indica que devem ser tomados os valores do lance mais próximo (100′ DD) e que a reação apontada é a máxima que pode ser gerada numa construção DD. Como os lances de 100′ DD requerem 3 pontos de suportes de painéis, conclui-se que a rótula deve ter as características mostradas na Figura 17-16 (80′ = 24,38 m/100′ = 30,48 m/130′ = 39,62 m).

(3) Reação no pilar — a Tabela 17-3 mostra que dois lances iguais DD de 130′ provocam uma reação igual a 194 Sh Ton. Novamente, como não existe referência a lances de 80′, adotam-se as condições piores de dois lances de 100′′ DD, ou seja, 226 Sh Ton. Finalmente, a reação no pilar é dada pela média das duas anteriores, ou seja, 110 Sh Ton.

OBSERVAÇÕES — para ilustrar uma vantagem da ponte contínua sobre a descontínua, deve ser feita uma remissão ao item d, do Parágrafo 17-3. Os lances e a classe são idênticos; entretanto, nas pontes descontínuas

Digitalizado com CamScanner

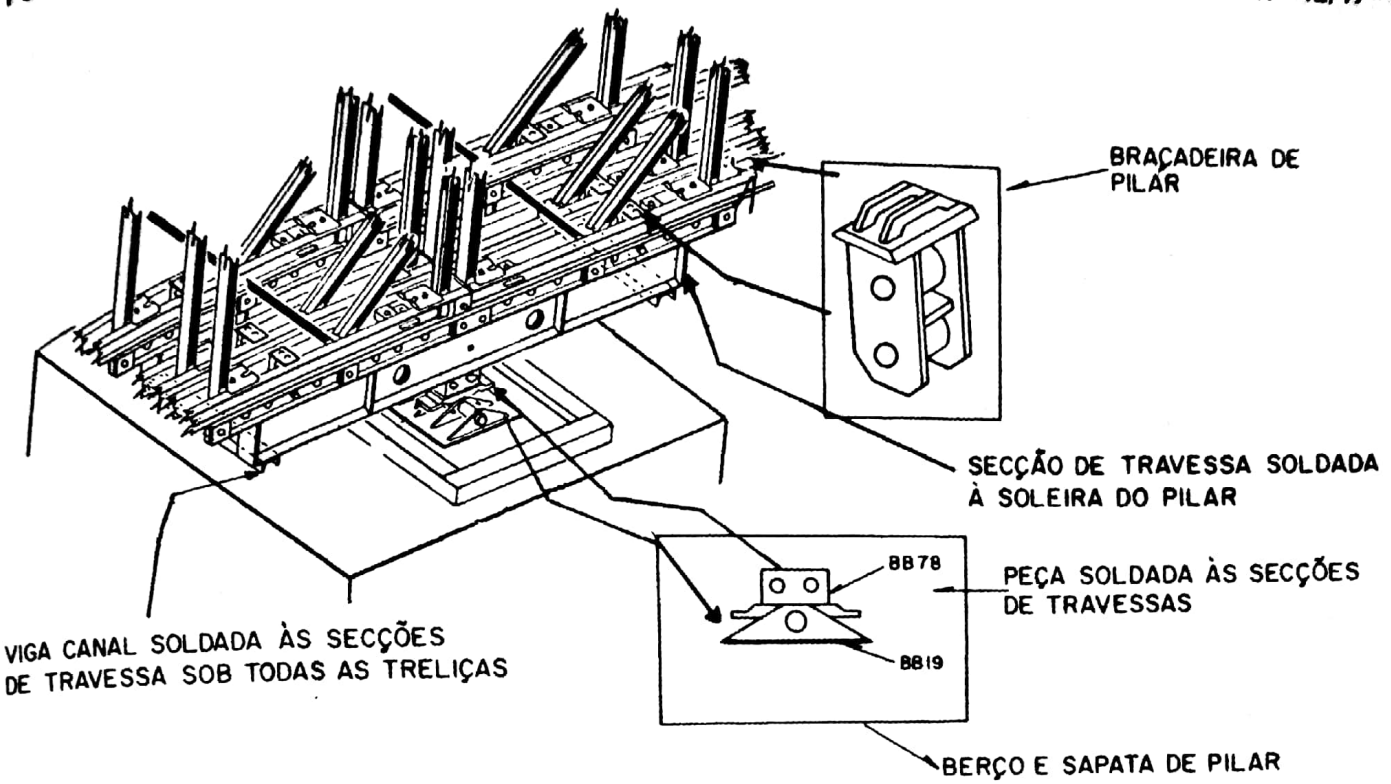


Fig 17-17. Rótula para apoio de 5 pontos de suporte dos painéis, formada de berços, sapatas de pilar, travessas seccionadas e soleiras de pilar

determinou-se a necessidade de 15 seções TD e 6 DS. No caso presente, o problema se resolve com uma ponte DD contínua de 21 seções que emprega um número menor de painéis (168 para 204) e ainda surge um aumento da classe da ponte (de 50/54 para 60/65).

c. Para consolidar a aprendizagem concernente ao emprego da Tabela 17-3, coloca-se outra questão. Encontrando-se montada uma ponte contínua TS, classe 30, de dois lances de 80' e 120' (36,58 m), pergunta-se: Qual a reação existente no pilar intermediário? A rótula existente foi, adequadamente, projetada?

(1) Rótula: na Tabela 17-3 vê-se que há necessidade de 3 pontos de suporte no painel, logo a rótula, se adequada, tem as características mostradas na Figura 17-16.

(2) Reação no pilar: dois lances TS de 80' (24,38 m) provocam uma reação de 167 Sh Ton. Dois lances TS de 120' (36,58 m) provocam, por sua vez, uma reação 127 Sh Ton. A média é 147 Sh Ton.

17-13. MÉTODOS DE MONTAGEM E LANÇAMENTO

As pontes contínuas podem ser lançadas de dois modos: ou em balanço com nariz de lançamento ou como lance flutuante, que é navegado até o respectivo lugar e então ligado.

a. **Montagem pelo método "em balanço com nariz de lançamento", (Fig nº 17-18)** – o presente método de lançamento pressupõe que o nariz tenha o comprimento determinado pelas exigências do maior lance e ainda que, no cálculo do abaixamento, tenha-se levado em conta, por segurança, um acréscimo de 15 cm. O procedimento é o seguinte:

(1) Os roletes são dispostos da forma costumeira, sendo que, os de lançamento – dos encontros e do pilar – devem estar bem nivelados; os do pilar devem ser pregados, amarrados ou grampeados. Após a colocação, procede-se à correção do alinhamento e verificação do nivelamento.

(2) As pontes contínuas exigem, normalmente, meios mecânicos de lançamento, conforme descreve o Parágrafo 10-18; alternativamente, pode ser puxada por um sarilho (guincho) colocado na segunda margem. Durante as primeiras manobras de lançamento é necessário dar especial atenção ao alinhamento da ponte.

(3) Para facilitar a operação, as pontes maiores podem ser lançadas incompletas, recebendo, após o término da operação, as travessas adicionais e o resto do tabuleiro.

(4) Durante o lançamento, o pilar deve permanecer ancorado para compensar as solicitações da ponte. Uma vez que a ponte esteja completa, faz-se com que recue, ligeiramente, para aliviar a tensão do cabo.

b. **Lançamento como lance flutuante** – a ponte pode ser lançada sobre uma portada de uniflotes e navegada até os suportes intermediários, onde é colocada e ligada.

Digitalizado com CamScanner

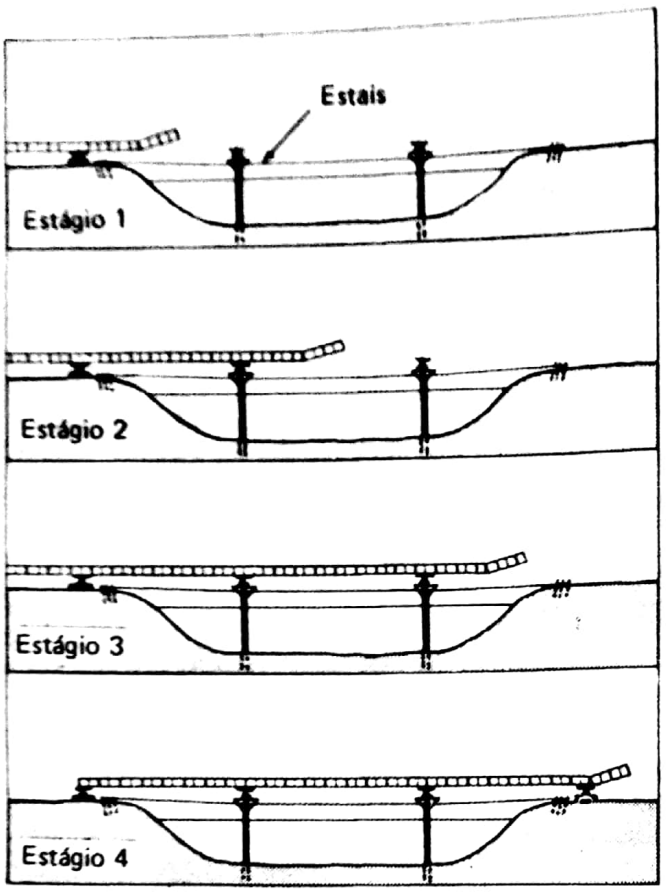


Fig 17-18. Lançamento de uma ponte contínua sobre suportes intermediários com nariz de lançamento. Notar o estaiamento dos suportes intermediários

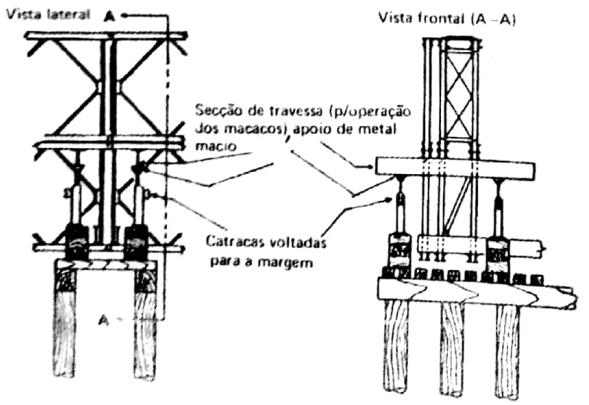


Fig 17-19. Operação dos macacos nos pilares. Dois macacos de cada lado da viga (8 ao todo). Elevando secções de travessa sob a mesa superior do 1º andar

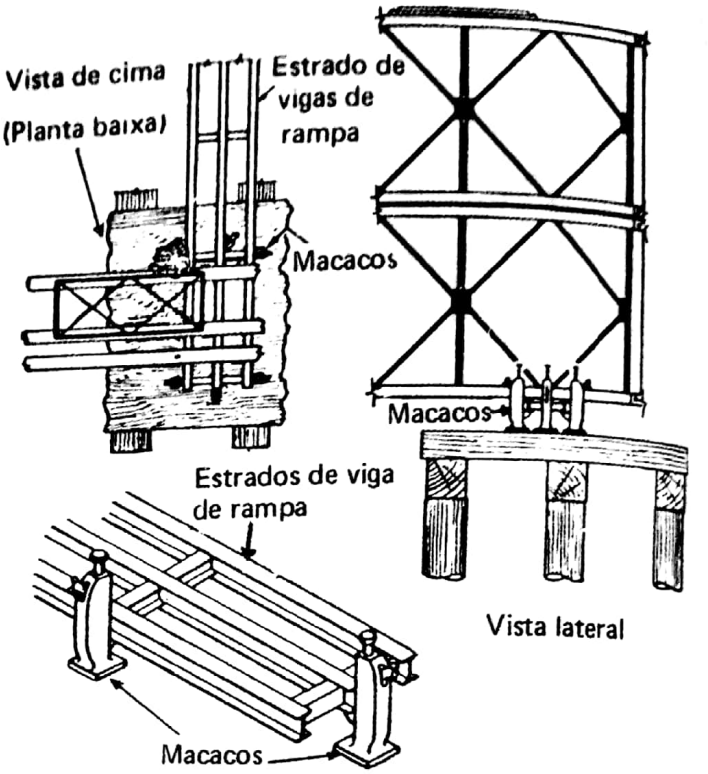


Fig 17-20. Operação dos macacos nos pilares. Seis macacos sob um estrado de vigas de rampa e sob a mesa inferior da ponte

17-14. MÉTODOS DE OPERAÇÃO DOS MACACOS

a. Nos encontros — o Capítulo 9 versa sobre os métodos de operar os macacos nos encontros.

b. Nos pilares — nos suportes intermediários a operação dos macacos exige alguns expedientes e senso de oportunidade. Em primeiro lugar, cumpre dizer que os macacos da equipagem têm 13,6 t (15 Sh Ton) de capacidade de suporte na cabeça e 6,8 t (7,5 Sh Ton) na lingüeta, e que, trabalhando em combinação, os macacos devem proceder do mesmo fabricante. As Figuras 17-19 e 17-20 ilustram métodos de operar macacos nos suportes intermediários. As Tabelas 17-1 e 17-2 mostram o comprimento dos lances que podem ser erguidos ou baixados por tais expedientes.

(1) O primeiro método de operar os macacos nos pilares consiste na ação simultânea de quatro macacos em cada viga (dois de cada lado). Sob a mesa superior do andar inferior e perto dos montantes do painel cruza-se um pedaço de travessa. A seguir aparelham-se os macacos sob o pedaço de travessa, tendo, entre eles, uma chapa de metal mole para eliminar a possibilidade de escorregamento. Isto feito, inicia-se a operação (Fig 17-19).

(2) O segundo método, também já descrito e ilustrado (Figura 17-20), consiste na disposição de seis macacos sob um estrado de vigas de rampa.

Digitalizado com CamScanner

17-15. MANUTENÇÃO

Os recalques eventuais dos pilares aumentam os esforços reinantes e devem ser anulados pela introdução de cunhas. Nos lances menores os postes terminais devem ser amarrados aos berços para que não abandonem sua posição sob efeito das cargas mais pesadas.

Digitalizado com CamScanner

Tab 17-1. Comprimentos máximos, em pés, dos lances adjacentes que podem ser erguidos ou baixados dos suportes intermediários com macacos (segundo o esquema da Figura 17-19) (1)

Tipo do lance	Dois macacos de 13,6 t (15 Sh Ton) em cada lado das vigas atuando sob duas barras de levantamento (2). Capacidade máxima 50,80 t (56 Sh Ton)				Quatro macacos de 13,6 t (15 Sh Ton) em cada lado das vigas atuando sob duas barras de levantamento. Capacidade máxima 100,7 t (111 Sh Ton)				
SS:									
Lance menor	0–35	40	45–55		0–55	60–100			
Lance maior	(4)	60 (5)	55 (5)		(4)	100			
DS:									
Lance menor	0–55	60–70	75–90		0–80	85–140			
Lance maior	(4)	95 (5)	90 (5)		(4)	140			
TS:									
Lance menor	0–65	70–80	85–95	100–105	0–95	100–160			
Lance maior	(4)	115	110	105	(4)	160			
DD:									
Lance menor	0–50	55–70	75–80		0–105	110–180			
Lance maior	(4)	85	80		(4)	180			
TD:									
Lance menor	0–40	45–55	60–65		0–95	100	105–120	125–135	140–145
Lance maior	(4)	70	65		(4)	160	155	150	145
DT:									
Lance menor	0–34	40–50	55–65		0–75	80–100	105–115	120	
Lance maior	(4)	65	60		(4)	130	125	120	
TT:									
Lance menor	0–30	35–45	47,5		0–60	65–75	80–90	95	
Lance maior	(4)	50	47,5		(4)	105	100	95	

OBSERVAÇÕES – (1) A tabela foi organizada tomando em consideração o peso total dos dois lances sobre o pilar.

(2) A capacidade dos macacos, que é de 13,6 t (15 Sh Ton), limita o presente modo de operar para 50,80 t (56 Sh Ton), exceto nos casos em que prevalece a observação nº 5 abaixo. O espgaçamento das treliças provoca cargas excêntricas na barra de levantamento.

(3) A capacidade dos macacos limita o presente modo de operar para 100,7 t (111 Sh Ton)

(4) O lance menor deve ser no mínino igual a 60% do maior.

(5) Fora dos pontos de solda dos montantes, a mesa do painel suporta apenas 9,07 t (10 Sh Ton) de carga concentrada.

(6) 1 pé = 0,304 metros.

Digitalizado com CamScanner

Tab 17-2. Comprimentos máximos, em pés, dos lances adjacentes que podem ser erguidos ou baixados dos suportes intermediários com macacos (segundo o esquema da Figura 17-20) (1)

Tipo do lance	Seis macacos de 13,6 t (15 Sh Ton) em cada lado das vigas atuando sob um estrado de vigas de rampa (2)				Doze macacos de 13,6 t (15 Sh Ton) em cada lado das vigas, atuando sob dois estrados de vigas de rampa (3)				
SS:									
Lance menor	0–55	60–100			0–55	60–100			
Lance maior	(4)	100			(4)	100			
DS:									
Lance menor	0–80	85–140			0–80	85–140			
Lance maior	(4)	140			(4)	140			
TS:									
Lance menor	0–95	100–160			0–95	100–160			
Lance maior	(4)	160			(4)	160			
DD:									
Lance menor	0–85	90–110	115–125	130–140	0–105	110–180			
Lance maior	(4)	150	145	140	(4)	180			
TD:									
Lance menor	0–65	70	75–85	90–100	0–115	120–200			
Lance maior	(4)	110	105	100	(4)	200			
DT:									
Lance menor	0–55	60–65	70–80	85–90	0–125	130–185	190–195	200	
Lance maior	(4)	100	95	90		210	205	200	
TT:									
Lance menor	0–45	50–55	60–70	72,5	0–95	100–110	115–125	130–140	145
Lance maior	(4)	80	75	72,5	(4)	160	155	150	145

OBSERVAÇÕES – (1) A tabela foi organizada tomando em consideração o peso total dos dois lances sobre o pilar.

(2) A capacidade dos macacos, de 6,80 t (7,5 Sh Ton), na lingüeta; limita o presente modo de operar para 76,20 t (84 Sh Ton). O espaçamento das treliças provoca cargas excêntricas sobre os macacos.

(3) A capacidade dos macacos limita o presente modo de operar a 152,40 t (168 Sh Ton)

(4) O lance menor deve ser, no máximo, igual a 60% do maior.

(5) 1 pé = 0,304 m.

Digitalizado com CamScanner

Tab 17-3. Reações dos pilares e pontos de suporte dos painéis nas pontes contínuas (Bailey M2) (em toneladas curtas)

Vãos		Reação	Tipos de construção						
Pés	Metros	Pontos	SS	DS	TS	DD	TD	DT	TT
30	9,14	A B	46 2						
40	12,19	A B	45 2						
50	15,24	A B	47 2	115 3					
60	18,29	A B	49 2	107 2					
70	21,34	A B	52 2	106 2					
80	24,38	A B	55 2	109 2	167 3				
90	27,43	A B	61 3	117 3	172 3				
100	30,48	A B	66 3	112 2	155 3	226 3			
110	33,53	A B		107 2	148 2	205 3	279 3		
120	36,58	A B		100 2	127 2	200 3	268 3		
130	39,62	A B		99 2	128 2	194 3	268 3		
140	42,67	A B		100 2	127 2	174 3	259 3	325 4	
150	45,72	A B			121 2	174 3	248 3	309 4	
160	48,77	A B			122 2	166 3	222 3	315 4	418 4
170	51,82	A B				161 3	209 3	318 4	413 4
180	54,86	A B				161 3	197 3	290 4	420 4
190	57,91	A B				152 3	190 3	276 4	383 4
200	60,96	A B							353 4

LEGENDA — A: reação de apoio na ligação de dois lances iguais. A reação de apoio de dois lances diferentes é a média aritmética das reações tabuladas para dois lances iguais de cada comprimento.
B: número de pontos de suporte dos painéis.

OBSERVAÇÃO — fator de conversão de toneladas curtas em toneladas: 907,185

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 18

PILARES E TORRES DE PAINÉIS

18-1. EMPREGO

a. Os pilares de painéis, para atender diversas finalidades, podem ser montados ou exclusivamente com as peças da equipagem, ou com a combinação do material da equipagem com meios de fortura. Os pilares podem ser montados sobre fundações de madeira, sobre cavaletes (Fig 18-1), sobre sapatas de alvenaria (Fig 18-2) ou sobre pilares de pontes parcialmente demolidas (Fig 18-1).

b. Cumpre destacar, pela freqüência com que são montados, os pilares para pontes fixas e flutuantes, as torres para pontes pênseis e elevadiças e as torres de ancoragem de pontes flutuantes.

18-2. MONTAGEM

a. Composição — o pilar é constituído por treliças compostas de painéis colocados horizontal ou verticalmente, contraventados com travessas, contraventamentos diagonais, escoras, quadros de contraventamento e chapas de ligação.

b. Tipos de pilares

(1) Nomenclatura — a definição do tipo de pilar está relacionada com as seguintes características:

(a) Número de treliças — pelo número de treliças, os pilares podem ser simples, duplos, tripos, etc.

(b) Número de andares (número de painéis segundo o eixo vertical de uma seção, como nas pontes).

(c) Número de seções (número de painéis ao longo do eixo horizontal em um dado andar).

(d) Posição dos painéis em cada andar (vertical ou horizontal).

(2) Símbolos — a Tabela 18-1, atendendo às características anteriores, relaciona os símbolos dos pilares mais usuais.

(3) Número de treliças — os pilares de painéis têm de uma a quatro treliças de cada lado, dependendo da capacidade desejada. Entretanto, na seção de contacto com a ponte, os pilares devem ter tantas treliças quantas forem as da própria ponte.

(4) Número e posição dos painéis. [redacted] (Fig 18-3 e 18-4).

(a) Quando os painéis são colocados horizontalmente, a altura dos pilares varia em segmentos de 1,55 m (5'-1"). Como são colocados uns sobre os outros, o contraventamento lateral fica comprometido, havendo necessidade de lançar mão de meios de fortuna para efetuar a correção.

(b) Quando os painéis são colocados verticalmente, a altura dos pilares varia em segmentos de 3,04 m (10'). Assim construídos, os pilares de 7 andares são adequados para suportar as pontes contínuas e, com até 11 andares, são adequados às pontes descontínuas. Os pilares de altura superior a 3 andares de painéis verticais ou têm suas bases ampliadas para, no mínimo, a metade da altura, ou têm o andar inferior embasado em concreto, em 3/4 de sua altura.

(c) [redacted] 4,57 m (15'), 7,62 m (25'), 10,67 m (35'), 13,72 m (45'), 16,76 m (55') e 19,81 m (65'), [redacted]

c. Tipos de apoios

(1) Nas pontes contínuas — a deflexão do lance sob a influência da carga tende a modificar a inclinação da ponte nos pilares. Para evitar maiores esforços na superestrutura e nos pilares, deve-se permitir certo movimento de rotação.

(a) Rótula no topo do pilar — a rótula no topo do pilar pode ser construída com sapatas de pilar sobre berços comuns, com berço de elos de junção invertidos sobre elos de junção, ou com uma ou duas vigas duplo T perpendiculares ao eixo da ponte, colocadas diretamente sob as mesas dos painéis, as quais devem ser reforçadas por uma viga metálica (as próprias mesas de reforço po-

Digitalizado com CamScanner

Fig 18-1. Duas Pontes Bailey contínuas sobre pilares de painéis em cavalete de madeira

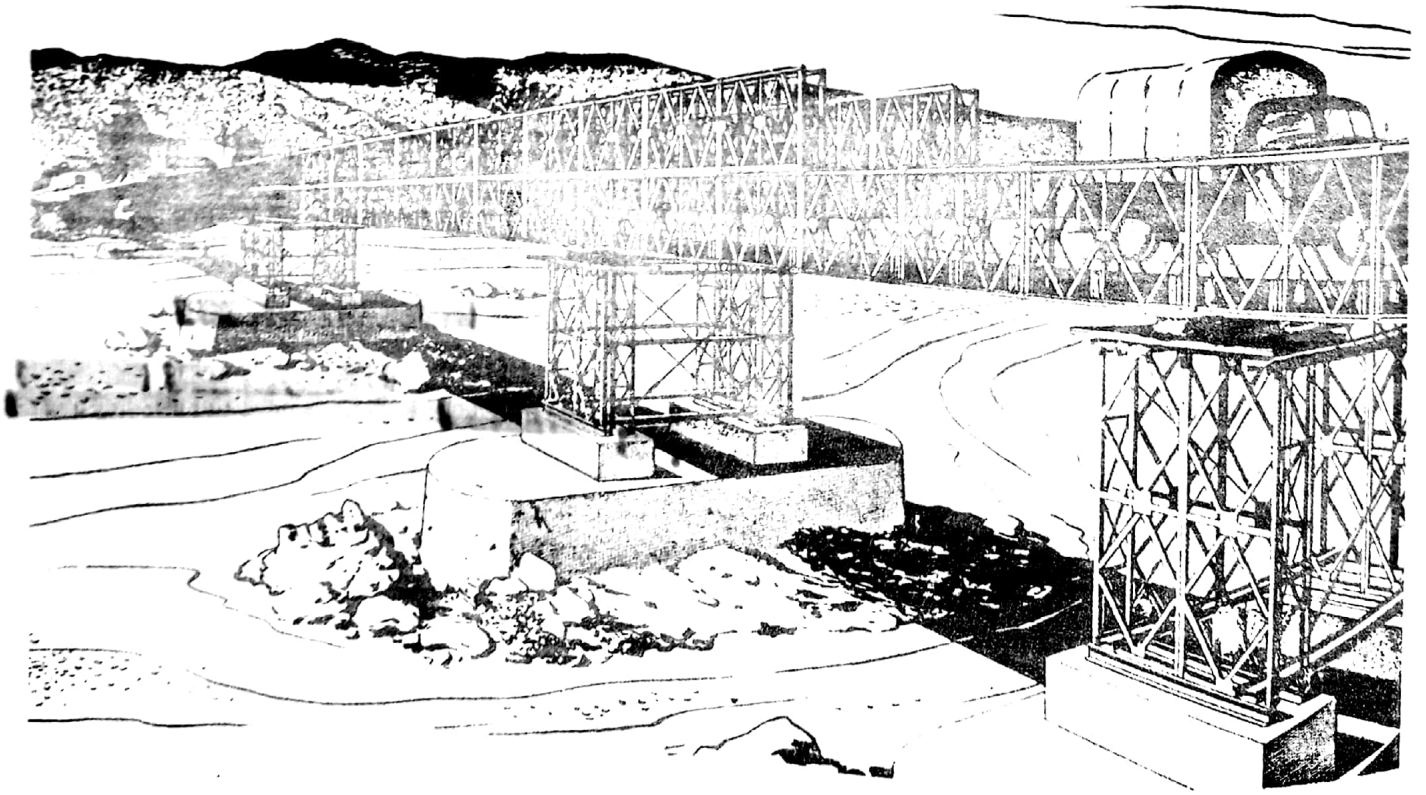


Fig 18-2. Ponte Bailey contínua sobre pilares de painéis em fundação de concreto

Digitalizado com CamScanner

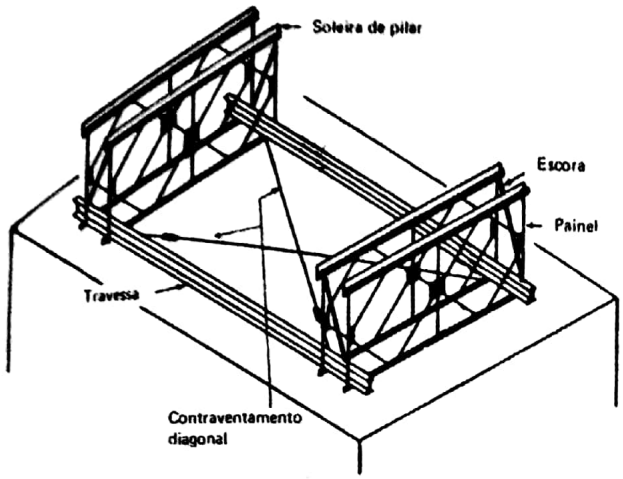


Fig 18-3. Pilar de painéis tipo DS (1H) – Painéis na horizontal

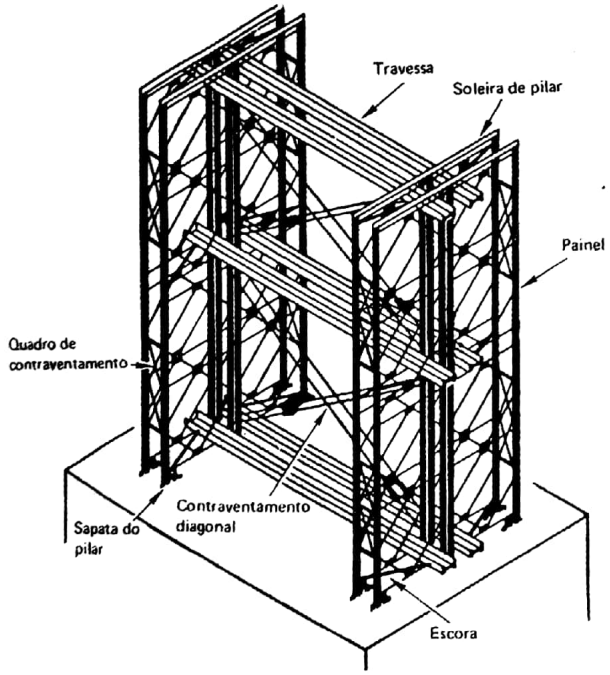


Fig 18-4. Pilar de painéis, tipo DD (2V – 2V) – Painéis na vertical

dem ser empregadas), que distribui a carga e evita o colapso das mesas do painel pelo efeito de flexionamento.

(b) Rótula na base do pilar – caso a ponte seja ligada direta e rigidamente ao pilar, há necessidade de fazer com que o pilar bascule em sua base, quando a ponte flexionar-se sob o efeito das cargas. Neste caso, a rótula deve ser construída com as sapatas do pilar sobre berços comuns (Fig 18-18) ou com berços de elos de junção invertidos sobre elos de junção (Fig 18-19). Os presentes tipos de rótulas podem ser utilizados sob pilares de largura igual ou inferior a 3,04 m (10'), ao longo do eixo da ponte (um painel na horizontal ou dois na vertical). Neste caso os pilares devem ser construídos da ponte para baixo. Portanto, a ponte deve ser capaz de suportar (durante a construção e estando sobre roletes) seu peso próprio, o do pilar e o da turma de construção. Há necessidade ainda de dimensionar a base (sob as sapatas do pilar) para que as reações sejam distribuídas sobre uma fundação compatível com o peso total de lançamento.

(c) Sem rótula – quando não for possível improvisar qualquer tipo de rótula, pode-se assentar a ponte sobre madeira de fundação colocada no topo do pilar.

(2) Nas pontes descontínuas

(a) Apoio padronizado – nas pontes descontínuas, os lances contíguos terminam em postes de junção e rotulam os berços do elo de junção, através de elos de junção (Fig 18-5).

(b) Apoio improvisado – como expediente, as extremidades dos lances adjacentes podem ser ligadas apenas nas mesas inferiores dos painéis ou repousarem, em berços ordinários, por postes terminais, como nas pontes bi-apoiadas.

18-3. DESCRIÇÃO GERAL DAS PEÇAS ESPECIAIS

a. Relacionamento das peças – as principais peças empregadas na articulação dos lances das pontes descontínuas sobre suportes intermediários são aquelas a seguir relacionadas:

Peça	Peso		Figura de referência
	Kg	Lb	
Poste de junção de vãos (macho)	67	149	18-6
Poste de junção de vãos (fêmea)	91	202	18-6
Pranchão de junção	39	86	18-7
Elo de junção	16	36	18-8
Berço (do elo) de junção	98	217	18-10
Braçadeira de painel	5	11	18-9
Sapata de pilar	17	37	18-13
Soleira de pilar	113	251	18-11

b. Postes de junção de vãos (Fig 18-6)

(1) Emprego – serve para juntar as duas extremidades dos lances adjacentes e transmitir seus esforços para um apoio comum.

(2) Descrição

(a) Há dois tipos de postes de junção de vãos – macho e fêmea – ambos com dispositivos apropriados para adaptação aos painéis. Na junção, cada poste tem dois dispositivos de conexão: no topo, macho ou fêmea, segundo seu tipo e, na parte inferior, uma mandíbula bifurcada que permite, apenas, a junção de dois pos-

Digitalizado com CamScanner

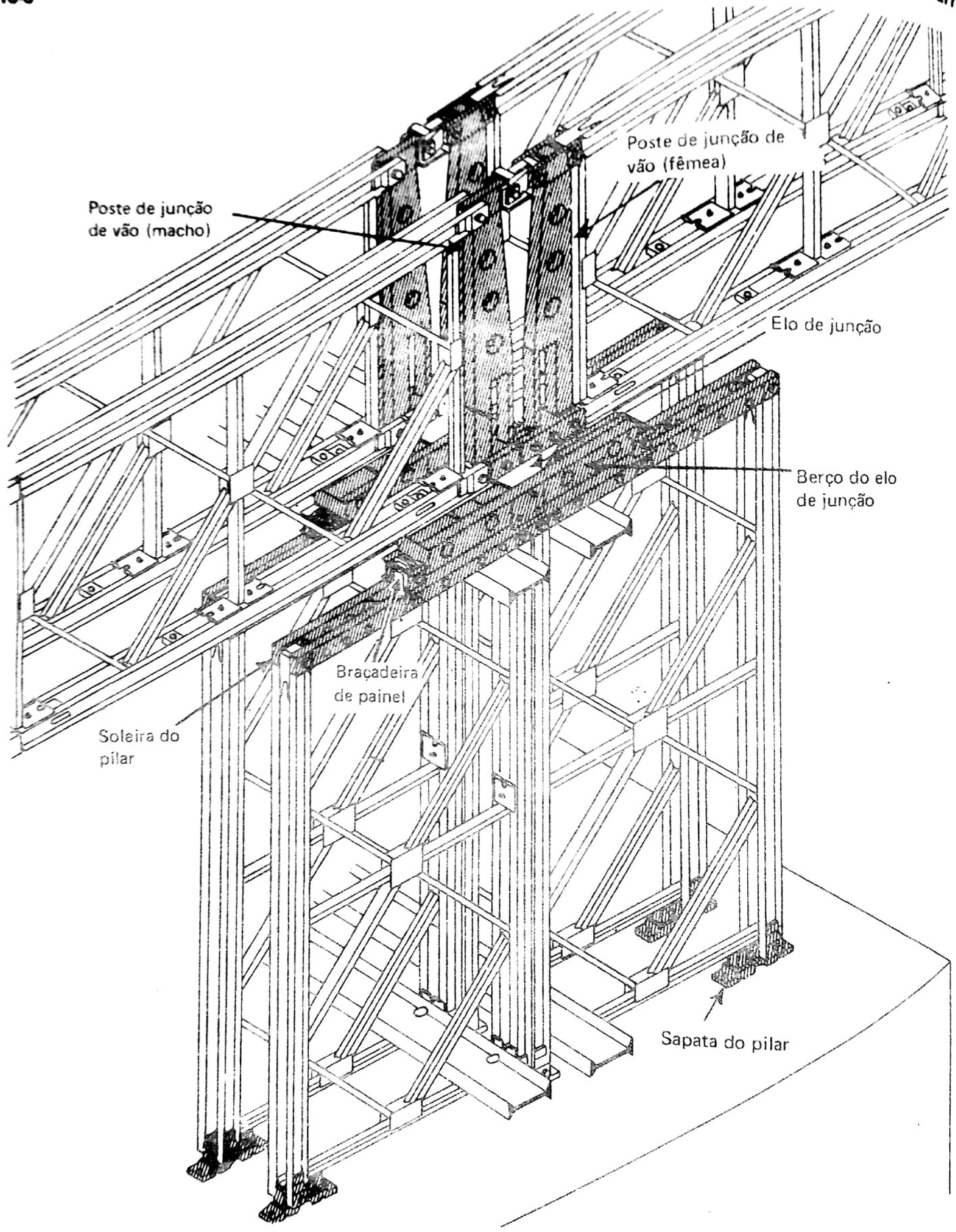


Fig 18-5. Construção de um pilar mostrando o emprego das peças de articulação e apoio, bem como das peças especiais

Digitalizado com CamScanner

tes de natureza diferente, por meio de um pino de painel. Tal pino deve ter, obrigatoriamente, um contrapino. De cada lado do orifício anterior, existe um outro orifício igual, onde trabalha o pino do elo de junção.

(b) Durante o lançamento, os dispositivos de conexão do topo dos postes de junção são temporariamente fechados com um engate de elevação do nariz de lançamento do tipo MKII, que pode ser removido no ponto fixo (onde o momento fletor é nulo) ou sobre o apoio, com auxílio de macacos. Nessa hora, acrescentam-se os elos de junção sob os postes. É importante lembrar que os pinos inferiores jamais devem ser retirados. Nessas condições, estando um lance nivelado, é possível existir, no outro, uma inclinação ascendente de 1 para 6,7 ou uma inclinação descendente de 1 para 5.

c. **Pranchão de junção** (Fig 18-7)

(1) Emprego — os pranchões de junção servem para preencher o espaço vago entre as travessas extremas de postes de junção adjacentes.

(2) Descrição — consiste em duas pranchas de madeira ligadas a uma estrutura de aço.

d. **Elo de junção** (Fig 18-8)

(1) Emprego — elo de junção é uma peça apropriada para transferir os esforços existentes nos postes de junção adjacentes para um apoio comum (berço do elo de junção). Cada elo suporta, no máximo, uma força cortante que pode ser de 25 toneladas curtas (22,68 t), para o Tipo BB70, ou de 45,6 toneladas curtas (41,37 t), para o Tipo BB166.

(2) Descrição (BB70) — o elo de junção BB-70 é uma peça de aço triangular, com duas orelhas providas de dois orifícios alongados, que se adaptam na parte inferior dos postes de junção, onde são presos por pinos de painel. Na sua parte inferior existe uma canelura convexa que se apóia em berço apropriado (berço do elo de junção), formando uma rótula.

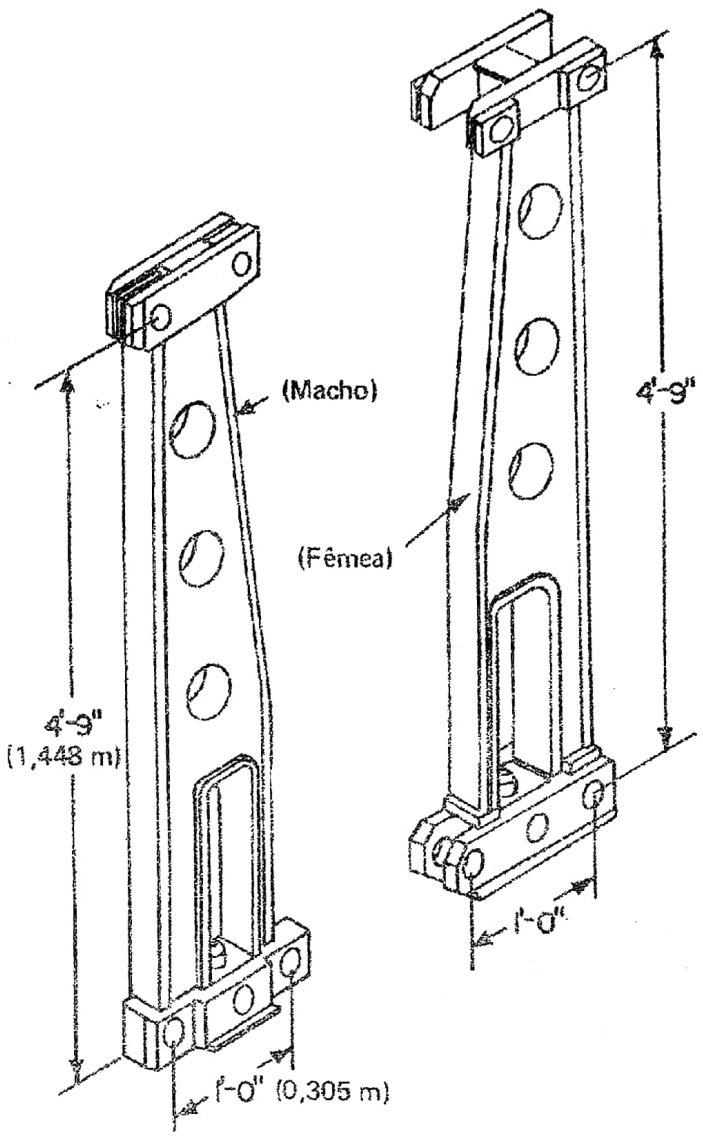
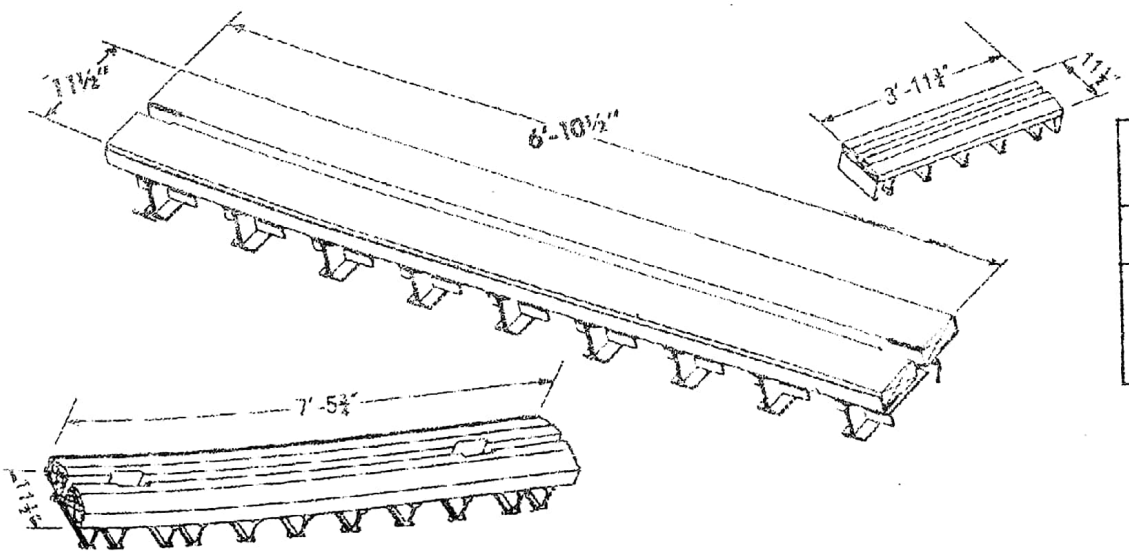


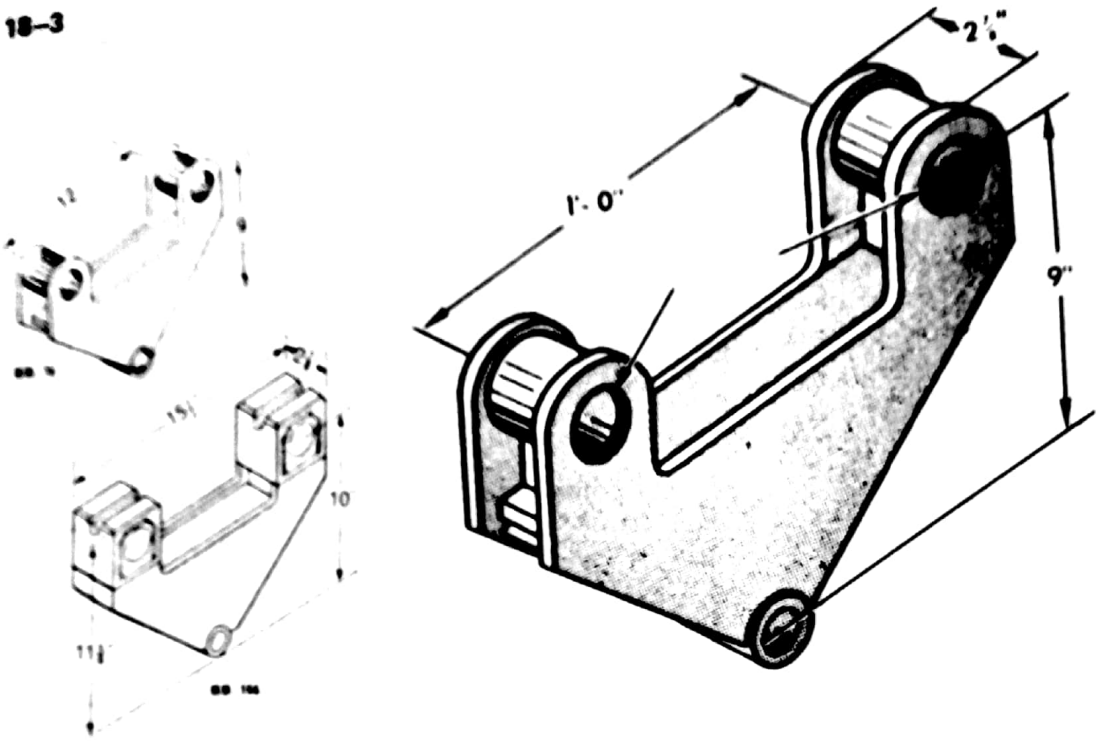
Fig 18-6. Poste de junção de vãos



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
11 1/2"	0,292
3'-11 3/4"	1,213
6'-10 1/2"	2,095
7'-5 3/4"	2,280

Fig 18-7. Pranchão de junção

Digitalizado com CamScanner



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS	
Pés/Pol	Metros
2 7/8"	0.073
9"	0.228
10"	0.254
12"	0.305
1'	0.305
11 5/8"	0.295
15 1/2"	0.394

Fig 18-8. Elos de junção

e. Berço do elo de junção (Fig 18-10)

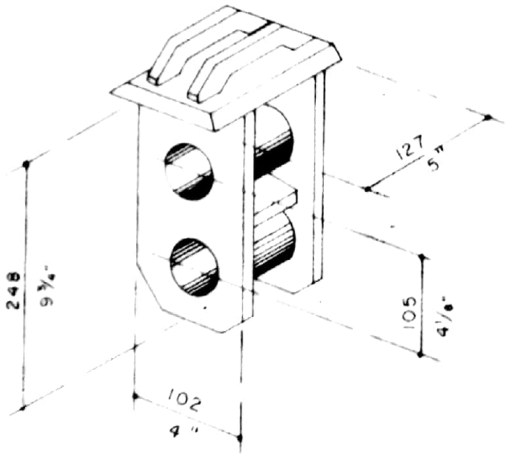
(1) Emprego – o berço do elo de junção é empregado para receber o elo de junção que suporta os lances adjacentes. Pode operar do seguinte modo:

(a) Suportado por um painel vertical – dependendo da posição do painel, os berços do elo de junção adaptam-se diretamente nos batentes machos (os berços têm mandíbulas fêmeas) ou necessitam de outro implemento (braçadeiras de painel) para que haja a transformação das mandíbulas fêmeas do painel em uma espécie de batente macho, onde o berço se adapte.

(b) Suportado por uma soleira de pilar – de duas maneiras pode-se fazer a adaptação: prendendo ambas as extremidades do berço de junção com braçadeiras de painel (caso os orifícios centrais da soleira de pilar estejam ocupados, como se vê na Figura 18-5) ou ligando as peças acima (soleira e berço) com pinos de painel, pelos orifícios centrais.

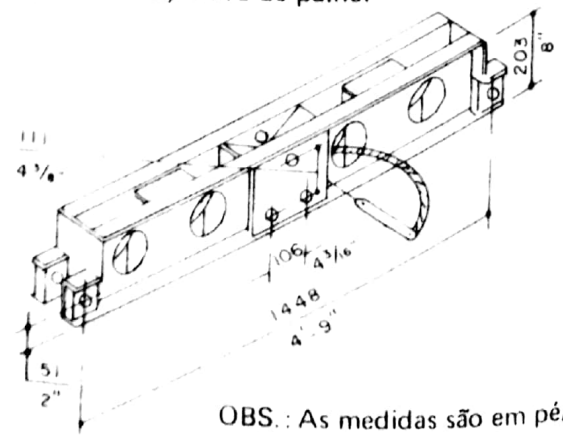
(c) Suportado por madeira de fundação – o berço de junção pode, ainda, ser suportado por madeira de fundação, colocada sobre os pilares.

(2) Descrição – o berço do elo de junção é uma viga semelhante às mesas dos painéis, terminada em mandíbulas fêmeas cujos orifícios estão espaçados de 1,45 m (4'-9") ou seja: a mesma distância vertical entre os orifícios dos painéis. No centro, entre as duas longarinas formadoras do berço, existe uma canelura côncava que recebe o pivô do elo de junção. Abaixo dessa canelura há dois orifícios para pinos de painel, por onde o berço pode ser ligado a uma sapata de pilar que possui uma canelura na parte inferior.



OBS.: As medidas são em pé/pol e mm.

Fig 18-9. Braçadeira de painel



OBS.: As medidas são em pé/pol e mm.

Fig 18-10. Berço do elo de junção

Digitalizado com CamScanner

f. Braçadeira de painel (Fig 18-9)

(1) Emprego — a braçadeira de painel é empregada nas seguintes ligações:

(a) Das soleiras de pilar com as mesas dos painéis (Figura 18-12).

(b) Das soleiras de pilar com as mandíbulas dos painéis.

(c) Das soleiras de pilar com o berço do elo de junção.

(d) Do berço do elo de junção com as mandíbulas fêmeas dos painéis.

(2) Descrição — a braçadeira de painel corresponde a um batente macho de painel com o dobro de seu comprimento, dois orifícios para pinos de painel e uma cabeça em T. A braçadeira é enfiada entre as flanges da mesa do painel, alcançando as flanges da soleira do pilar ou a mandíbula de um painel, quando recebe um pino de tratamento. Quando liga duas mandíbulas, recebe pinos nos dois orifícios.

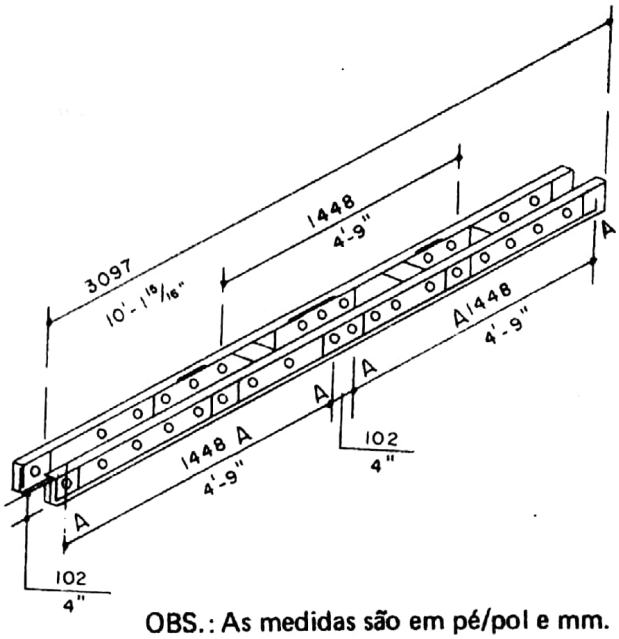
g. Soleira de pilar (Fig 18-11)

(1) Emprego — é uma peça que distribui a carga da ponte para as mesas dos painéis (quando trabalham na vertical) ou para os três montantes dos painéis assentados horizontalmente (Fig 18-12). A viga possui orifícios reforçados para receber cargas verticais e orifícios sem reforço para receber braçadeiras de painel. Os orifícios reforçados podem, portanto, receber:

(a) Batentes (machos) de painéis (em uma ou duas seções);

(b) Sapatas de pilar (Figura 18-17).

(2) Descrição — a soleira de pilar consiste na soldagem de duas vigas tipo "C" espaçadas à mesma distância que as mesas dos painéis, com o comprimento total de 3,07 m (10') provida de mandíbulas fêmeas em ambas as extremidades e orifícios ao longo da alma. Seis pares de orifícios são reforçados com blocos de aço e espaçados de tal forma que os batentes (machos) de dois painéis adjacentes ou um único painel (na vertical) se ajustem perfeitamente. Os furos restantes (sem reforço) destinam-se às braçadeiras de painel.



OBS.: As medidas são em pé/pol e mm.

Fig 18-11. Soleira de pilar

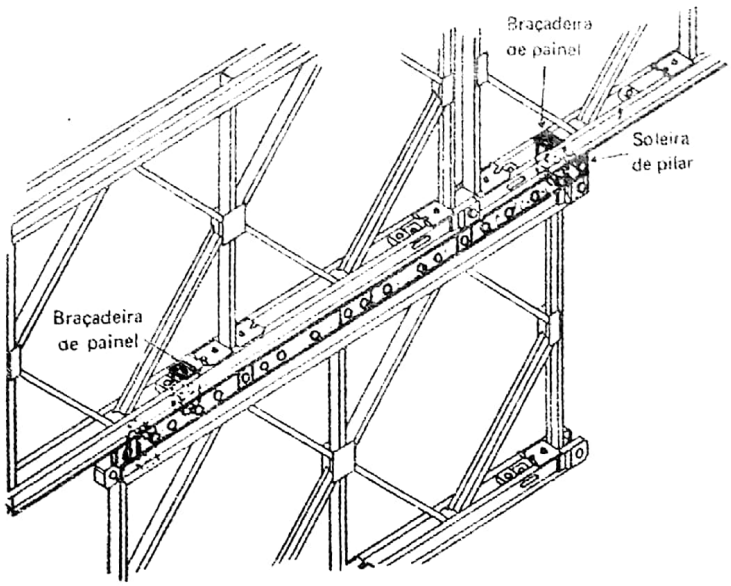


Fig 18-12. Inter-relacionamento dos painéis (da ponte e do pilar), através das braçadeiras de pilar

Digitalizado com CamScanner

h. **Sapata de pilar**

(1) Emprego – para formar a base dos pilares de painel, emprega-se a peça denominada sapata de pilar, que, de outra forma, pode proporcionar uma canelura para rotular um apoio sobre os berços comuns (Fig 18-13). Usualmente, a sapata de pilar trabalha nas seguintes posições:

(a) Sob uma mandíbula de painel (na vertical) (Fig 18-16).

(b) Sob duas mandíbulas de painéis (verticais adjacentes) (Fig 18-16).

(c) Nos dois orifícios centrais da soleira do pilar para operar como parte de uma rótula (Fig 18-17).

(d) Pregada em madeira para proporcionar base rígida (Fig 18-14).

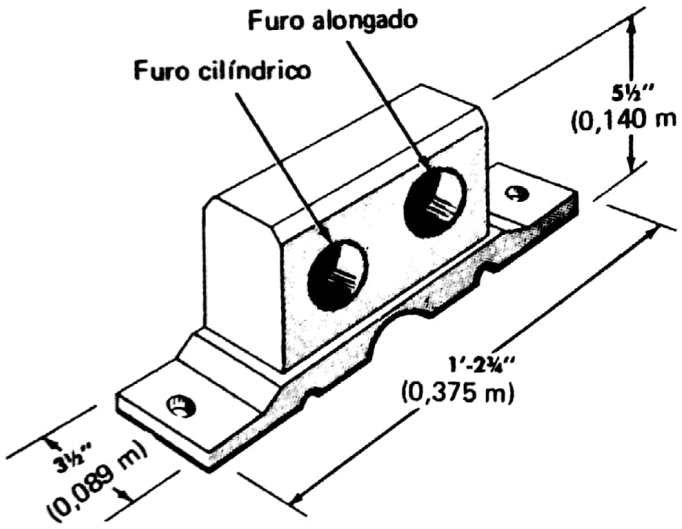


Fig 18-13. Sapata de pilar

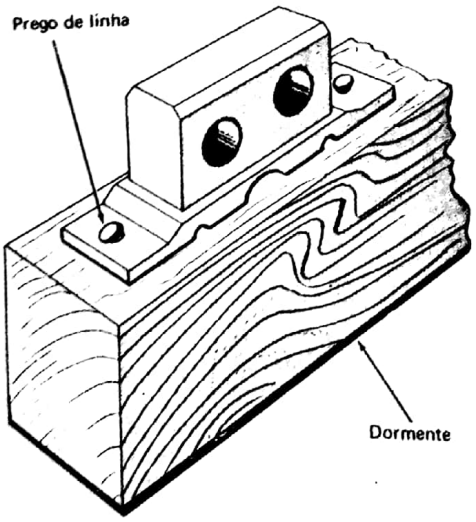


Fig 18-14. Sapata de pilar pregada sobre apoio de madeira para proporcionar rigidez

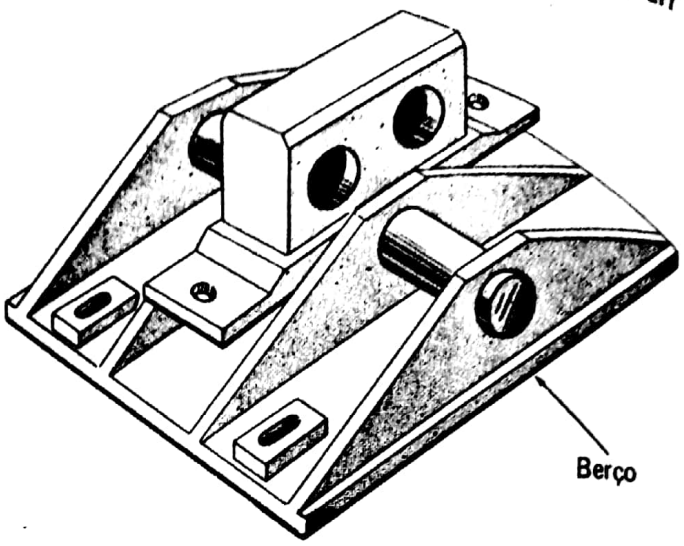


Fig 18-15. Sapata de pilar com berço para proporcionar apoio basculante

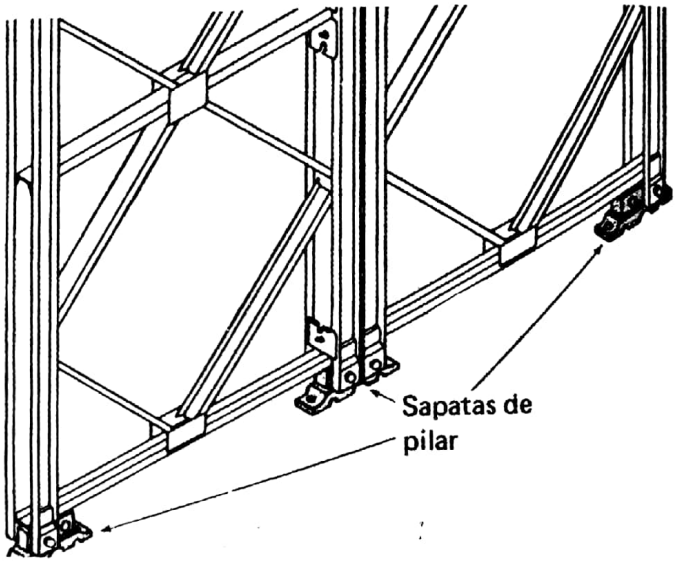


Fig 18-16. Emprego das sapatas de pilar em sua destinação mais usual

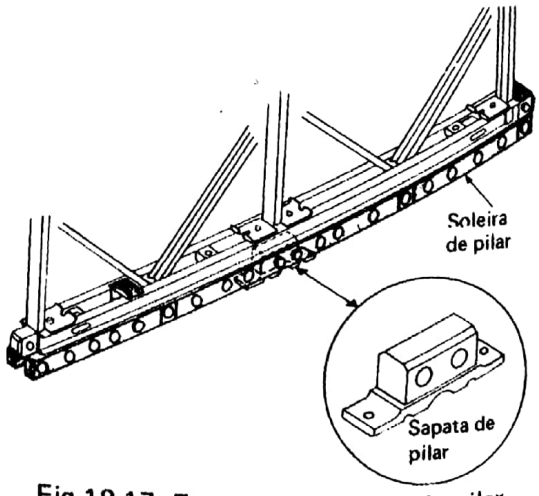


Fig 18-17. Emprego da sapata de pilar sob a respectiva soleira

Digitalizado com CamScanner

(2) Descrição – a sapata de pilar corresponde a um batente (macho) de painel com o dobro do comprimento, soldado horizontalmente a uma base. Tem dois orifícios para pinos de painel, um dos quais é alongado para mais facilmente permitir a inserção dos pinos, quando a sapata operar sob painéis adjacentes. Sempre que bastar a inserção de um único pino, emprega-se o orifício circular. A base é provida de furos para permitir que se possa pregar a sapata à madeira de fundação (se necessário). O bloco tem ainda uma canelura convexa, própria para formação de rótulas.

18-4. CAPACIDADE

a. Carga nos pilares – o parágrafo 17-3 versa sobre o método de determinação da carga (aproximada) que os lances adjacentes transmitem aos pilares. As pontes contínuas transmitem maiores cargas. A Tabela 18-3 relaciona essas cargas.

o. Capacidade do pilar

(1) Com as peças especiais – as Figuras 18-18, 18-19, 18-20, 18-21, 18-22, 18-23 e 18-24 ilustram a montagem de pilares padronizados, construídos com as peças especiais e mostram suas respectivas capacidades. Os pilares de treliça simples possuem a metade da capacidade dos de treliça dupla com, apenas, a treliça interior carregada; porém, só podem ser empregados em pilares baixos e para cargas leves. Normalmente, a capacidade dos pilares é limitada pelo esforço nos elos de junção, berços dos elos de junção e nas soleiras de pilar.

(2) Sem peças especiais – caso não se possa contar com as peças de articulação padronizadas, pode-se dispor madeira de fundação no topo dos painéis (verticais), de forma que a carga seja distribuída em três pontos: no centro e junto a cada mesa. Assim construído, cada painel absorve 14 toneladas curtas (12,70 t) e o pilar tem a capacidade integral (Tab 18-3). (14 toneladas curtas = 12,70 t)

c. Esforços nas peças especiais – para possibilitar o cálculo da capacidade dos pilares, a Tabela 18-2 fornece os esforços máximos a que se podem submeter as peças de ligação e articulação.

18-5. RELAÇÃO DO MATERIAL PARA OS PILARES

a. A Tabela 18-4 mostra o número de peças necessárias para a construção dos pilares ilustrados nas Figuras 18-18 a 18-24 e o número de cargas necessárias para supri-la.

b. Existe um conjunto de montagem padronizado que possui as peças necessárias para a construção de um pilar de 9,63 m (31' e 7") tipo TT (2V – 2V – 2V). As demais peças são as da equipagem normal (Tab 4-2).

18-6. MONTAGEM PADRONIZADA DOS PILARES

a. Treliças – na base, os pilares devem ter um número de seções igual a 1/3 da altura e o mesmo número de treliças da ponte, embora possa ter um número maior, para alcançar maior capacidade.

b. Contraventamento

(1) Todos os contraventamentos possíveis (quadro de contraventamento e chapas de ligação) são empregados para unir as treliças entre si. Os pilares de treliça quádrupla são contraventados como mostra a Figura 18-25, ou seja: dois quadros de contraventamento e duas chapas de ligação (sem soquetes) e, ainda, parafusos de contraventamento mais extensos. Além dessas peças, empregam-se, no contraventamento, travessas e contraventamentos diagonais.

(2) Particularidades dos pilares de painéis verticais – nos pilares de painéis verticais de até 3 andares, as travessas são espaçadas de 3,048 m (10'); os de única secção (desde o andar inferior) têm os painéis interiores invertidos para permitir a adaptação de duas travessas no mesmo plano, em ambas as mesas. Em toda a altura, os contraventamentos diagonais devem ocupar o mesmo lado da montagem; nos pilares de duas seções (e painéis verticais), os painéis são colocados de modo a permitir que as travessas e os contraventamentos diagonais fiquem no centro ou de um só lado; nos pilares de 4 seções (com painéis verticais), os painéis externos recebem contraventamento suplementar (ver Figura 18-24).

(3) Particularidades dos pilares de painéis horizontais – os painéis de cada andar são invertidos em relação ao andar inferior, de modo que possa haver travessas na mesa superior e na inferior. O contraventamento vertical pode ser obtido ligando-se contraventamentos diagonais nas respectivas fendas dos painéis invertidos, ou de acordo com 18-7, b. (2) seguinte.

(4) Nos pilares das pontes de dupla via, as travessas se alternam nos painéis centrais, como mostra a Figura 18-26. Quando os painéis estiverem na vertical, as travessas de uma metade do pilar ficam em baixo dos montantes. Como, no topo e na base do pilar, só se pode colocar travessas em um dos lados dos painéis, solda-se uma cantoneira do outro lado, para substituir as travessas alternadas, como mostra a Figura 18-26. Ocorre a mesma hipótese quando se empregam os painéis horizontalmente.

(5) Os painéis mais altos são estaiados obrigatoriamente.

c. Apoios

(1) Pontes descontínuas – as pontes descontínuas (nas duas mesas) exigem postes de junção, elos de junção e berços de junção, como mostra a Figura 18-5.

(2) Pontes contínuas

(a) Com rótulas na base do pilar – as pontes contínuas com rótulas na base do pilar são fixadas di-

Digitalizado com CamScanner

retamente no topo do pilar, por intermédio de braçadeiras de painel inseridas entre as vigas "C" do painel e da soleira de pilar, como mostram as Figuras 18-18 e 18-19.

(b) Com rótula no topo do pilar – a Figura 17-15 mostra um tipo de rótula sobre o pilar, com o emprego de peças padronizadas. Este tipo de rótula assenta-se em placas-base sobre plataformas relativamente extensas, que permitem uma certa margem de deslocamento das peças no topo do pilar e podem ser construídas com travessas ou estrados de vigas de rampa soldados nos lugares como será descrito em 18-7, a, (2) seguinte. A rótula deve ficar sobre um montante vertical ou sobre o encontro de duas diagonais do painel. A Figura 17-16 mostra um apoio de ponte contínua improvisado com peças padronizadas.

d. Base do pilar

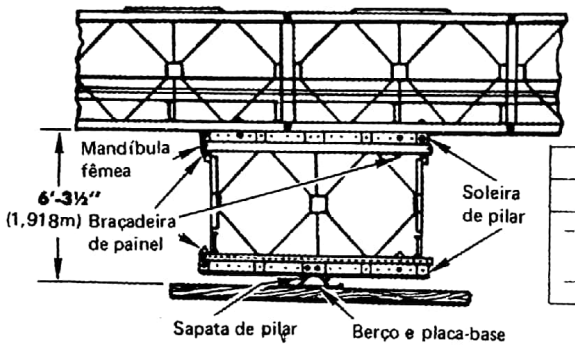
(1) Base fixa – os painéis, caso o primeiro andar do pilar seja construído com painéis horizontais, podem ser colocados diretamente sobre madeira de fundação ou sapatas de alvenaria, como mostra a Figura 18-20. Caso os painéis do primeiro andar estejam na vertical, suas mandíbulas são munidas de sapatas de pilar e fixadas em madeira ou fundações metálicas (Fig 18-23).

(2) Base basculante – a rótula pode ser montada com sapatas de pilar com canelura rotulante sobre o berço (Fig 18-15 e 18-18) ou com um elo de junção invertido suportando um berço do elo de junção invertido (Fig 18-19).

(a) Se os painéis do andar inferior estiverem na horizontal, coloca-se uma soleira de pilar sob a mesa inferior, com auxílio de braçadeiras de painel. Por sua vez, a soleira de pilar ou recebe uma sapata de pilar e rotula sobre o berço (Fig 18-18) ou, através de braçadeiras de painel, liga-se a um berço do elo de junção invertido (Fig 18-19).

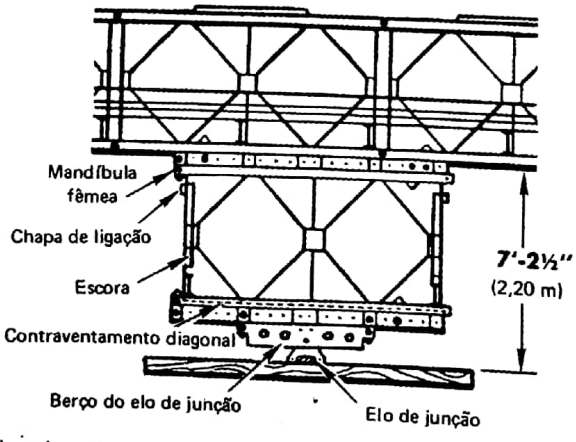
(b) Se a base do pilar tiver painéis verticais com mandíbulas fêmeas para baixo, ligam-se as mandíbulas por braçadeiras de painéis às extremidades de um berço do elo de junção que, por sua vez, é ligado a uma sapata de pilar que rotular num berço.

(c) Se a base do pilar for composta de dois painéis verticais, podem-se ligar as duas mandíbulas adjacentes, diretamente a uma sapata de pilar para permitir que a rótula trabalhe sobre o berço (Fig 18-22).



CAPACIDADE DO PILAR		
Treliça	Sh Ton	t
– Dupla:		
– Interna carregada	35	31
– Ambas carregadas	70	63
– Tripla	90	81

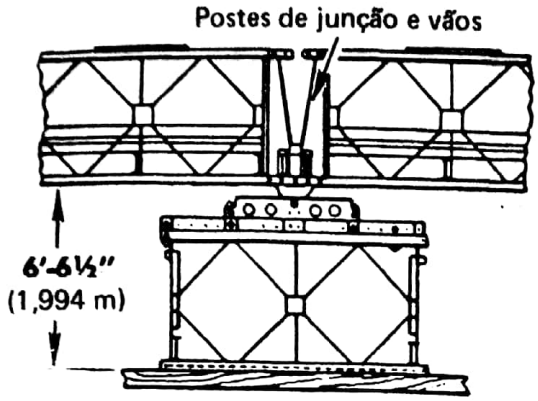
Fig 18-18. Pilar de um andar e uma seção de painéis horizontais. Ponte contínua com rótula na base do pilar (emprego do berço com a sapata do pilar)



CAPACIDADE DO PILAR		
Treliça	Sh Ton	t
– Dupla:		
– Interna carregada	50	45
– Ambas carregadas	100	90
– Tripla	145	131

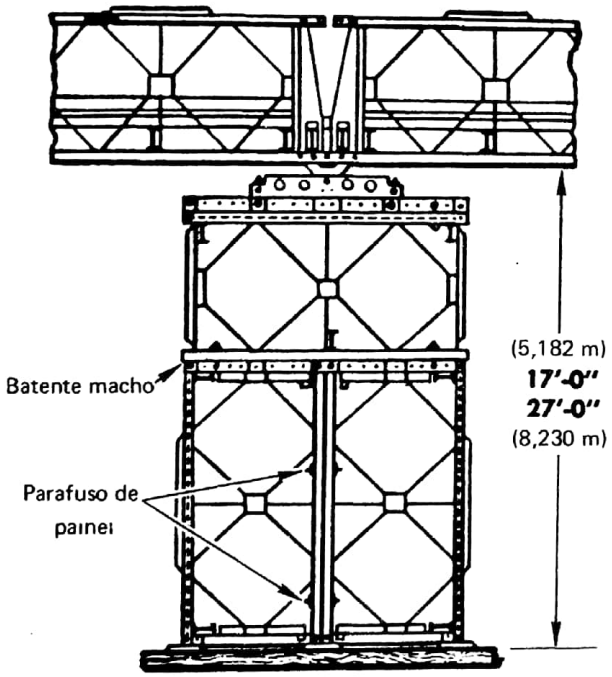
Fig 18-19. Pilar de um andar e uma seção – Painéis horizontais. Ponte contínua com rótula na base do pilar (Emprego do berço do elo de junção)

Digitalizado com CamScanner



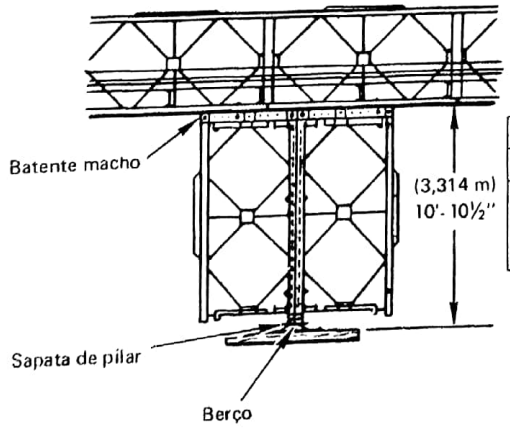
CAPACIDADE DO PILAR		
Treliça	Sh Ton	t
– Dupla:		
– Interna carregada	50	45
– Ambas carregadas	100	90
– Tripla	145	131

Fig 18-20. Pilar de um andar e uma seção – Painéis horizontais. Ponte descontínua.



CAPACIDADE DO PILAR		
Treliça	Sh Ton	
– Dupla:		
– Interna carregada	50	45
– Ambas carregadas	100	90
– Tripla	145	131

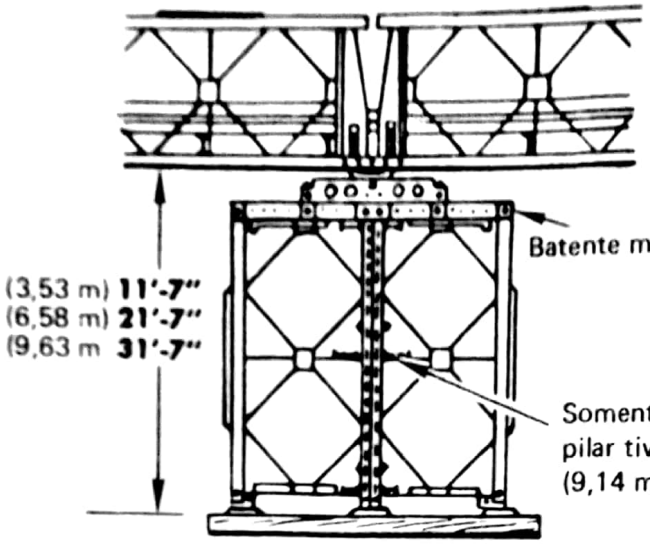
Fig 18-21. Ponte descontínua sobre pilar de dois andares. A mesma montagem comporta dois andares verticais



CAPACIDADE DO PILAR		
Treliça	Sh Ton	t
– Dupla:		
– Interna carregada	45	40
– Ambas carregadas	90	81
– Tripla	130	117

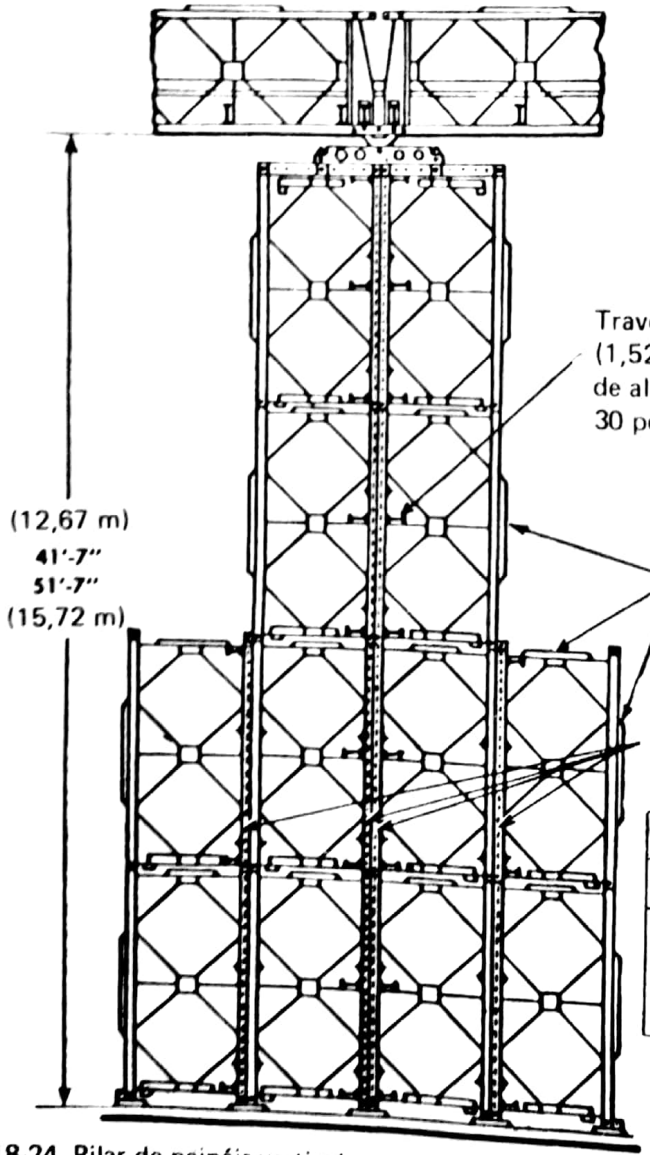
Fig 18-22. Pilar de um andar vertical e duas seções com rótula na base, sob ponte contínua

Digitalizado com CamScanner



CAPACIDADE DO PILAR		
Treliça	Sh Ton	t
– Dupla:		
– Interna carregada	50	45
– Ambas carregadas	100	90
– Tripla	145	131

Fig 18-23. Pilar de painéis verticais, duas seções. Opção: andar simples, duplo ou triplo. Ponte descontínua



CAPACIDADE DO PILAR		
Treliça	Sh Ton	t
– Dupla:		
– Interna carregada	50	45
– Ambas carregadas	100	90
– Tripla	145	131

Fig 18-24. Pilar de painéis verticais com quatro seções nos dois primeiros andares e duas nos demais. (Montagem adequada para quatro ou cinco andares). Ponte descontínua

Digitalizado com CamScanner

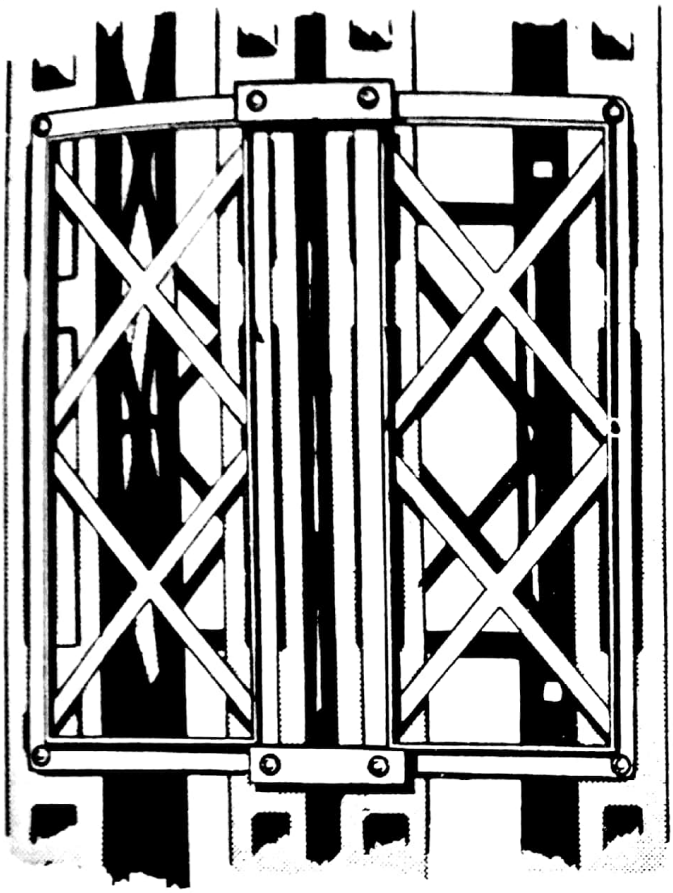


Fig 18-25. Chapas de ligação e quadros de contraventamento num pilar de treliças quádruplas. As chapas de ligação ficam superpostas aos quadros de contraventamento cujos soquetes são removidos (raspados). As peças são unidas com parafusos de contraventamento

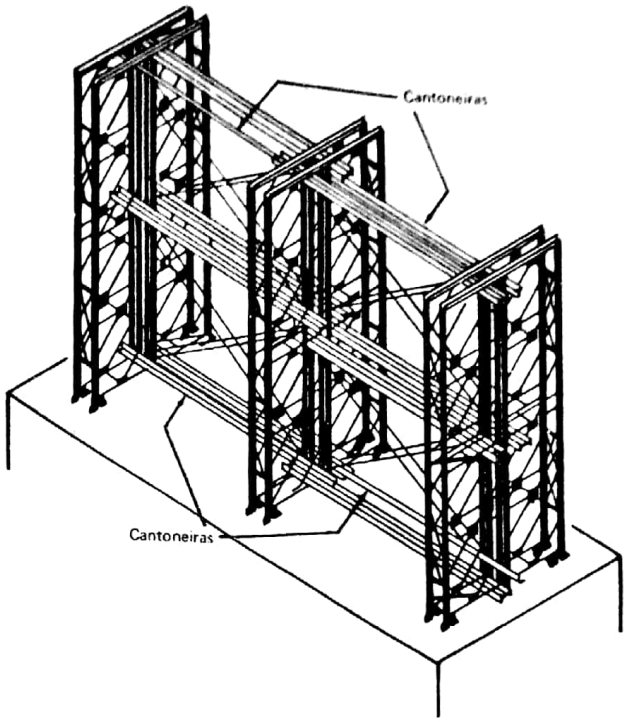


Fig 18-26. Pilar tipo DD (2V – 2V) – Para uma ponte DS-DD de dupla via. Observar a colocação das travessas com braçadeiras na junção dos dois andares e o emprego das cantoneiras soldadas na base e no topo

18-7. MONTAGEM DE CIRCUNSTÂNCIA DOS PILARES

a. Montagem das treliças de forma convencional

(1) Improvisação das peças de articulação – caso não se disponha de peças de articulação pode-se improvisá-las.

(a) Vigas de apoio improvisadas – pode-se improvisar uma viga de apoio com o emprego de mesas de reforço, das mesas de painel ou com um par de vigas "C", de 10,16 cm (4") convenientemente mandriladas.

(b) Sapatas de pilar improvisadas – pode-se improvisar uma sapata de pilar com o emprego de cantoneiras convenientemente furadas, assentadas na fundação, que recebem os pinos de painel. Pode-se também colocar pinos de painel nas mandíbulas e apoiá-los em vigas duplo "T" ou pedaços de trilho (Fig 18-27). Este tipo de apoio pode receber uma carga de 7,5 toneladas curtas por pino (6,80 t).

(c) Demais peças – as demais peças não podem ser improvisadas.

(2) Montagem sem o concurso das peças de articulação padronizadas.

(a) Apoio da ponte.

– As Figuras 18-28 e 18-29 ilustram o emprego de travessas e estrados de vigas de rampa para a construção de uma plataforma no topo do pilar que, por sua vez, recebe a placa-base e as peças da rótula. Com este tipo de chapéu (plataforma) a ponte pode ficar eixada até 0,165 m (6,5") do centro do pilar, sendo que o berço pode deslocar-se de 11,4 cm (4,5") e a placa-base de 5,08 cm (2"). As Figuras 18-30 a 18-33 mostram as dimensões verticais e a capacidade dos pilares com chapéu e apoio basculante no topo.

– O apoio da ponte pode consistir de madeira colocada transversalmente sobre o montante do painel superior de modo a permitir pequeno deslocamento longitudinal.

– O pilar pode ser ligado à ponte por meio de pinos de painel, atuando nos batentes machos interiores dos painéis constituintes dos pilares, e a mesa inferior dos painéis da ponte, mediante, ainda, a inserção dos batentes externos entre as vigas constituintes da mesa dos painéis da ponte.

Digitalizado com CamScanner

– Os batentes externos mal tocam os montantes e devem ser cortados para permitir deflexão nos lances e assim serem empregados com pilares de bases rígidas. A mesa superior da ponte fica sem ligações, para que os lances adjacentes possam atuar independentemente.

– Outro método é inserir os batentes machos do pilar entre as mesas dos painéis da ponte e ligar a ponte ao pilar por intermédio de braçadeiras improvisadas, feitas de chapas de ligação e parafusos de rodapé.

– Os três últimos métodos são limitados, porque só existe uma posição na qual os batentes do pilar não interferem nos montantes dos painéis.

(b) Base do pilar – sem as peças especiais, assenta-se o pilar sobre madeira de fundação acomodada de forma a suportá-lo, a partir do montante superior.

(c) Ligação dos painéis horizontais com os painéis verticais – cortam-se as chapas destinadas aos orifícios do parafuso do painel horizontal e colocam-se os batentes machos dos painéis verticais entre as vigas da mesa do primeiro; a seguir, junta-se um ao outro, empregando uma braçadeira improvisada, feita de duas chapas de ligação e dois parafusos de rodapé, como mostra a Figura 18-34.

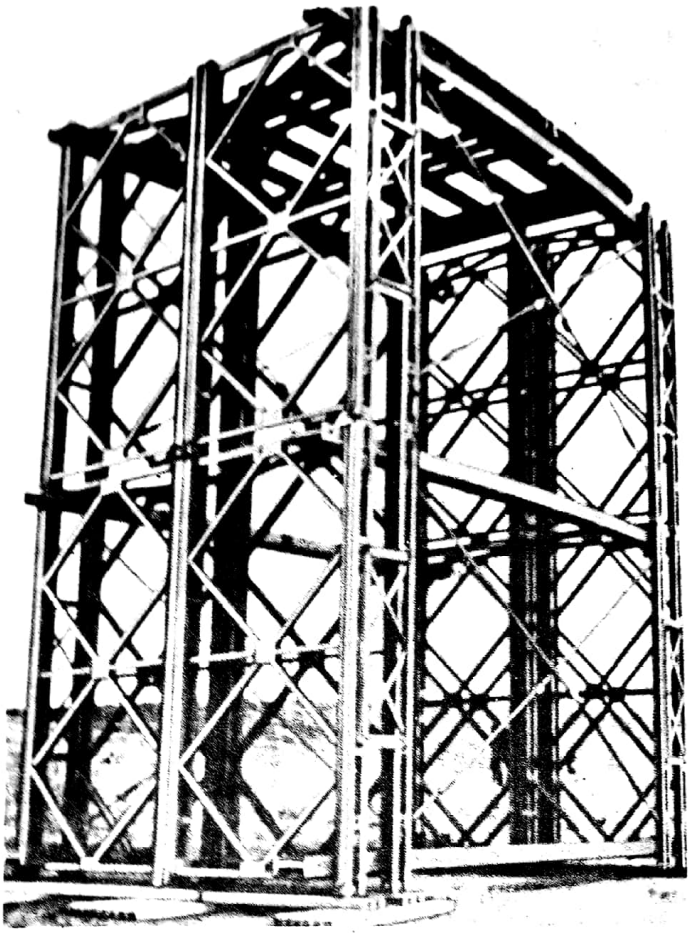


Fig 18-27. Pilar tipo DD – (2V – 2V)

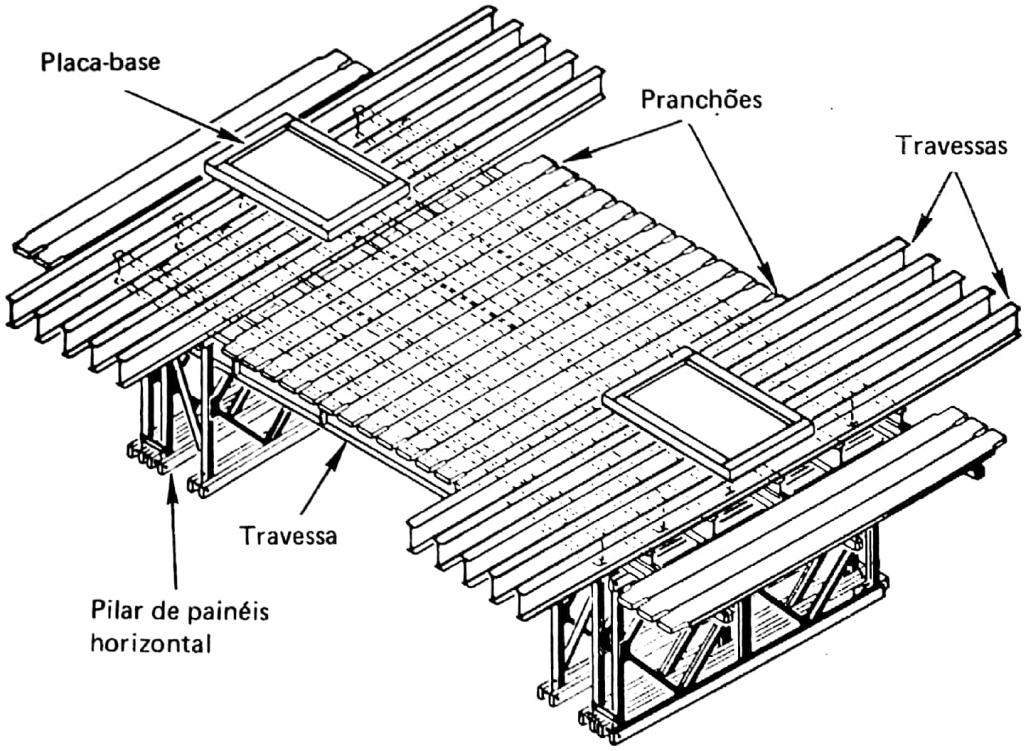


Fig 18-28. Emprego de travessas para aumentar a superfície de apoio num pilar tipo TS (1H)

Digitalizado com CamScanner

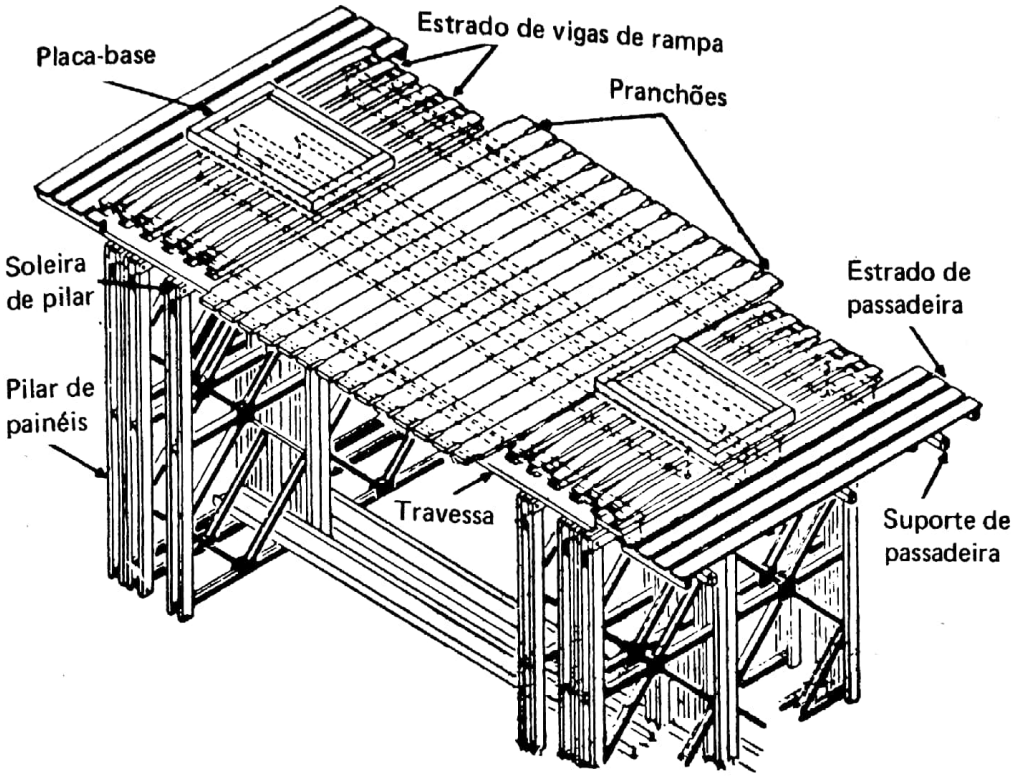
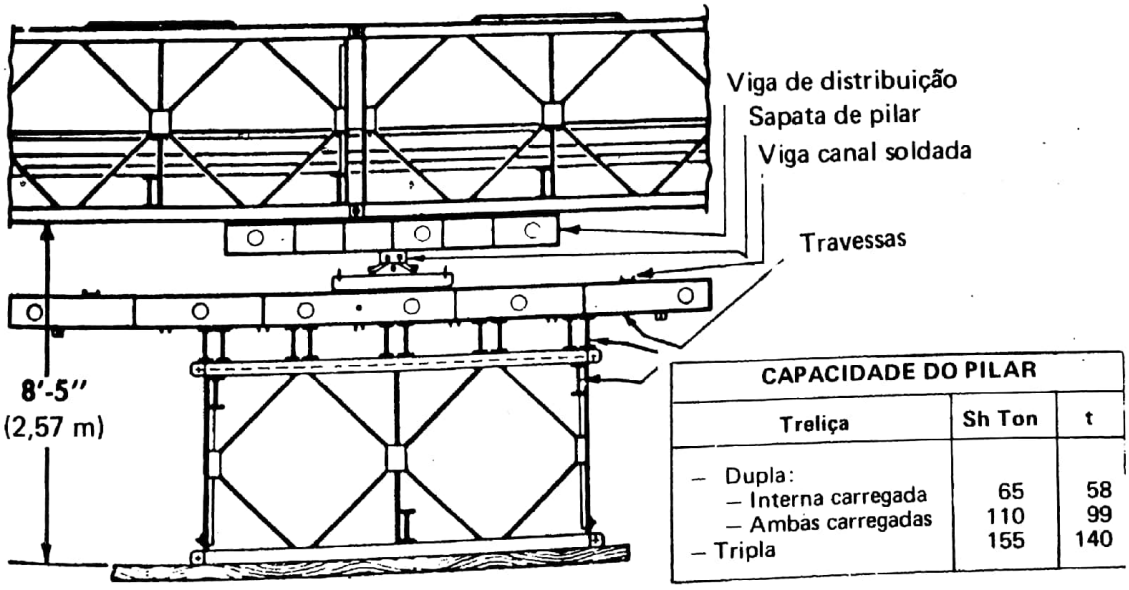


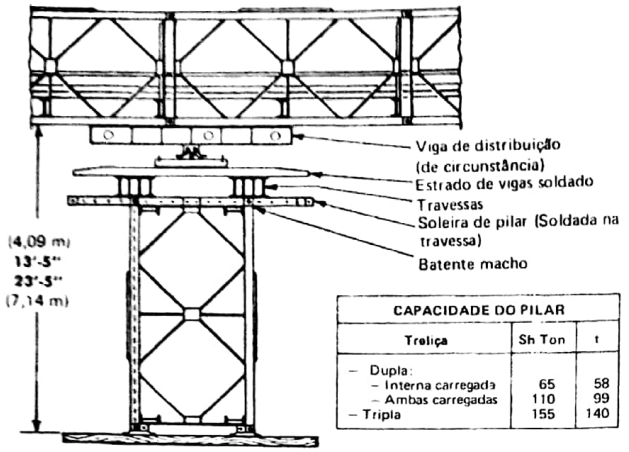
Fig 18-29. Emprego de travessas para aumentar a superfície de apoio num pilar tipo TS (2V)



CAPACIDADE DO PILAR		
Treliça	Sh Ton	t
– Dupla:		
– Interna carregada	65	58
– Ambas carregadas	110	99
– Tripla	155	140

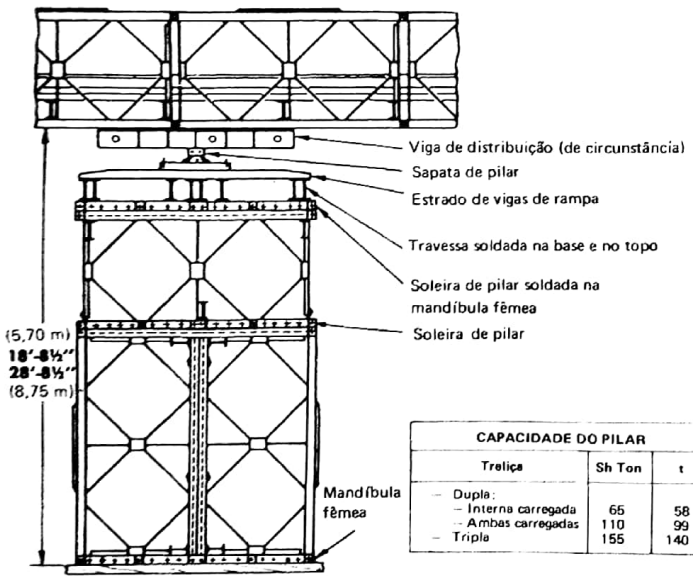
Fig 18-30. Pilar de um andar e uma seção horizontal com plataforma de circunstância suportando uma ponte contínua apoiada em viga de distribuição de circunstância e no berço

Digitalizado com CamScanner



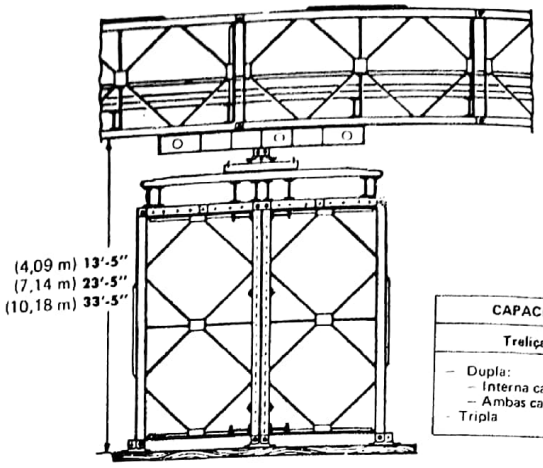
CAPACIDADE DO PILAR		
Treliça	Sh Ton	t
– Dupla:		
– Interna carregada	65	58
– Ambas carregadas	110	99
– Tripla	155	140

Fig 18-31. Pilar de painéis verticais (um ou dois andares) sob ponte contínua apoiada em viga de distribuição (de circunstância), sapata de pilar (soldada) e berços



CAPACIDADE DO PILAR		
Treliça	Sh Ton	t
– Dupla:		
– Interna carregada	65	58
– Ambas carregadas	110	99
– Tripla	155	140

Fig 18-32. Pilar de painéis de um ou dois andares verticais e um andar horizontal



CAPACIDADE DO PILAR		
Treliça	Sh Ton	t
– Dupla:		
– Interna carregada	65	58
– Ambas carregadas	165	145
– Tripla	220	199

Fig 18-33. Pilar de painéis verticais de um a três andares

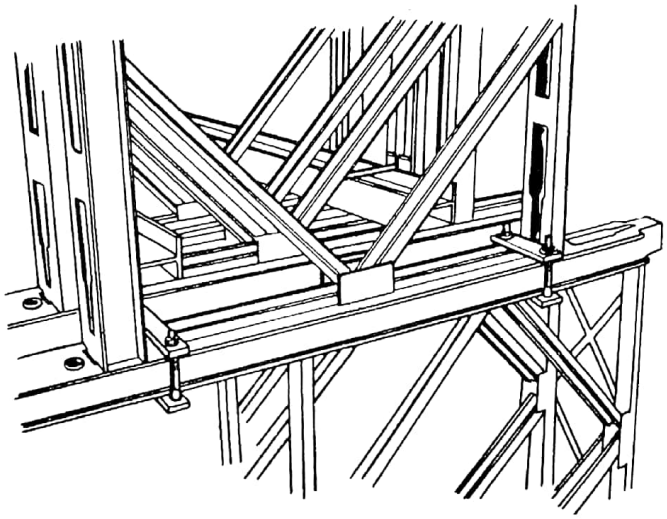


Fig 18-34. Ligações de circunstâncias entre painéis horizontais e verticais em um pilar. Retiram-se os soquetes de reforço dos orifícios para os parafusos de contraventamento e enfiam-se os batentes machos dos painéis verticais entre as membruras da mesa dos painéis horizontais. Ligam-se os painéis com as chapas de ligação modificadas por intermédio de parafusos de rodapé (Tipo "T")

b. Montagem não padronizada

(1) Treliças.

(a) Com painéis transversais ao eixo da ponte – os pilares expeditos podem ser construídos com painéis transversais ao eixo da ponte, como mostra a Figura 18-35. Este tipo de construção é adequada aos casos onde a área da fundação for pequena ou àqueles em que, por outro motivo, haja necessidade de construir o pilar transversalmente. Para que tal tipo de pilar tenha a necessária rigidez, as treliças são ligadas entre si, em todas as posições possíveis, por quadros de contraventamento, que são superpostos nas extremidades da ponte e aparafusados com um parafuso especial, maior que o usual. Nos pilares mais leves (de andar) empregam-se chapas de ligação ao invés de quadros de contraventamento.

(b) Células de pilares – os pilares podem ser construídos sob a forma de duas colunas celulares, cada qual sob uma viga da ponte, como mostram as Figuras 18-36 e 18-37. Cada coluna é construída com quatro painéis em esquadro ligados entre si por cantoneiras soldadas,

Digitalizado com CamScanner

sendo o topo do último andar terminado por soleiras de apoio improvisadas e madeira de fundação, da mesma forma que a base. Finalmente, procede-se à ligação das duas colunas entre si ligando-se uma à outra com tirantes de aço.

(2) Contraventamento — pode-se construir mais de um andar de painéis horizontais, empregando-se contraventamento adicional.

(a) A Figura 18-39 mostra os contraventamentos no plano vertical de um pilar de dois andares. Os contraventamentos diagonais são aparafusados, diagonalmente, entre o orifício inferior do quadro de contraventamento (no montante final de uma treliça) e o orifício superior do quadro de contraventamento da treliça oposta. Para isto, alongam-se os contraventamentos diagonais, soldando chapas de ligação nas extensões.

(b) Como alternativa, pode-se empregar contraventamento vertical em cada andar. O contraventamento é ligado à mesa inferior do segundo painel, dobrado e soldado na membrura inferior da mesa superior da treliça interna oposta, como mostra a Figura 18-39.

(c) Para cargas mais pesadas, podem-se soldar vigas tipo "C" às duas colunas, obtendo-se contraventamento eficiente (Fig 18-39).

18-8. CONSTRUÇÃO DO PILAR

a. Montagem

(1) Sem equipamento mecânica — Para erigir o pilar sem dispor de equipamento, deve ser obedecida a seqüência abaixo.

(a) Constrói-se uma fundação cuidadosamente nivelada, marca-se a posição dos painéis e, caso disponíveis, assentam-se as sapatas do pilar.

(b) Transportam-se os painéis de cada treliça, colocando-se os mesmos deitados e com as mandíbulas fêmeas voltadas para as sapatas do pilar; levantam-se os painéis e ligam-se as mandíbulas às sapatas com pinos de painel.

(c) Prendem-se travessas, escoras, quadros de contraventamento e contraventamentos diagonais no primeiro andar e conferem-se o prumo e o alinhamento.

(d) Constrói-se uma plataforma de trabalho, com auxílio de travessas e pranchões no primeiro andar. Içam-se os painéis individualmente, deixando-os deitados na plataforma, com as mandíbulas em oposição aos batentes do primeiro andar. Levanta-se cada painel e introduz-se o pino.

(e) Calçam-se as travessas e os contraventamentos, reconferindo prumo e alinhamento.

(f) Repete-se a operação para cada novo andar, improvisando, se necessário, um sarilho ou guindaste.

(2) Com equipamento mecânico, procede-se da maneira ao lado.

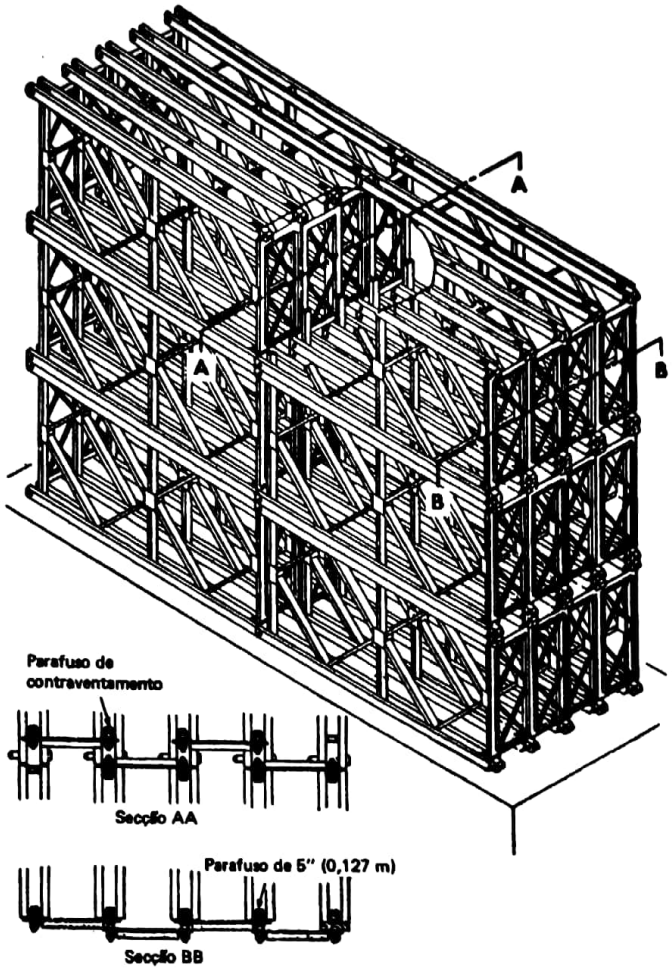


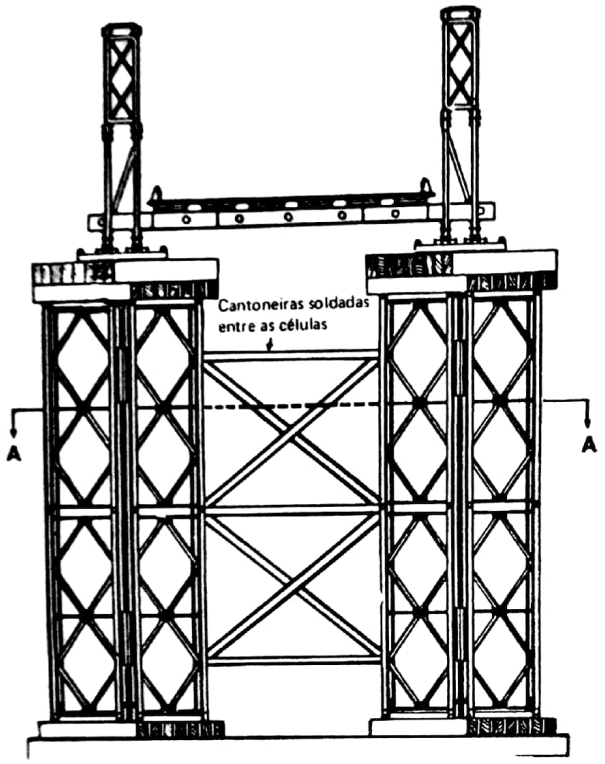
Fig 18-35. Pilar de circunstância com painéis transversais ao eixo da ponte. Os painéis são ligados entre si por chapas de ligação em todos os pontos possíveis. Os quadros de contraventamento são sobrepostos em todas as extremidades e aparafusados por parafusos de 5" (0,127 m)

(a) Se as condições locais permitirem, podem-se erigir os pilares com auxílio de guindastes montados sobre viaturas. Cada seção é montada no terreno e erguida até o seu local pelo guindaste. Caso a construção tenha altura superior a 6 metros, há geralmente necessidade que o guindaste disponha de lança especial (Fig 18-41).

(b) Caso a construção se localize entre margens elevadas ou pilares remanescentes, os painéis podem chegar ao local por intermédio de cabo aéreo ou guindastes, como mostra a Figura 18-41.

(c) Caso a ponte em construção tenha suficiente capacidade, o pilar pode ser construído da ponte para baixo. Os painéis podem ser baixados pelo lado da ponte por guindaste ou elevadores de painel e ajustados no lugar com auxílio de talhas, cordame ou cabos. Quan-

Digitalizado com CamScanner



Cellular type panel crib piers. End view.

Fig 18-36. Pilar de células (vista frontal)

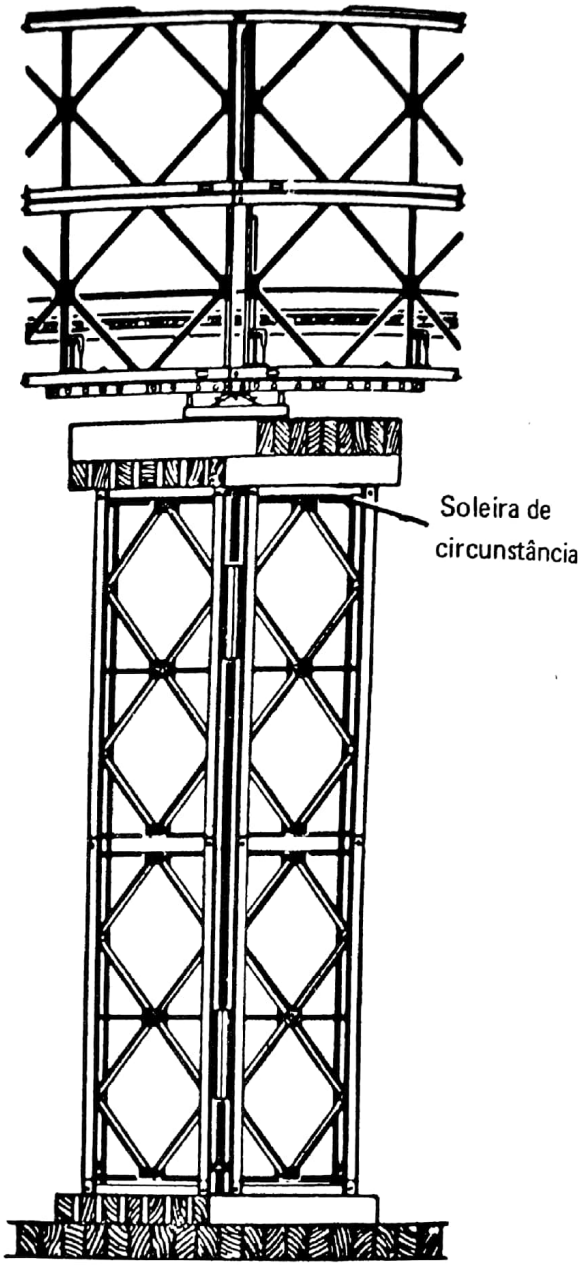


Fig 18-37. Pilar de células (vista lateral)

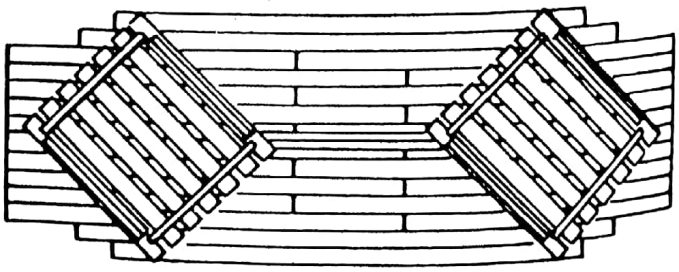


Fig 18-38. Pilar de células (vista de cima)

do todos os painéis estiverem no lugar, o conjunto todo é erguido com macacos operados na base do pilar, para eliminar a catenária e permitir a colocação da ponte sobre roletes de lançamento, em ambos os encontros, até o término do pilar. Os roletes devem ser colocados a uma altura tal que as mesas inferiores da ponte fiquem acima do nível do pilar definitivamente assentado, para que possam ser feitas as devidas correções.

(d) Nas pontes contínuas, os pilares podem ser construídos a partir da extremidade de um lance em balanço.

b. Lançamento da ponte — como mostra a Figura 18-42, a ponte é empurrada sobre roletes de lançamento colocados sobre o topo dos pilares, até que toda a estrutura cubra a brecha. A ponte é erguida, os roletes são removidos e a estrutura baixada sobre os apoios (Fig 18-43). Nesta operação, os macacos são operados de uma plataforma de serviço, como mostra a Figura 18-43. Caso a ponte seja descontínua, os lances são desligados em cada pilar.

c. Abaixamento das pontes contínuas — quando houver necessidade de abaixar ou levantar uma ponte contínua, além de 10 cm, procede-se à operação em vários pilares, simultaneamente. Como neste tipo de construção toda estrutura é contínua, o levantamento aumenta progressivamente o comprimento da estrutura levantada e, por conseguinte, aumenta o peso atuante nos macacos, fazendo com que fique ultrapassada sua capacidade. Ocorrendo tais condições, o melhor método é operar o abaixamento da ponte atuando em três pilares ao mesmo

Digitalizado com CamScanner

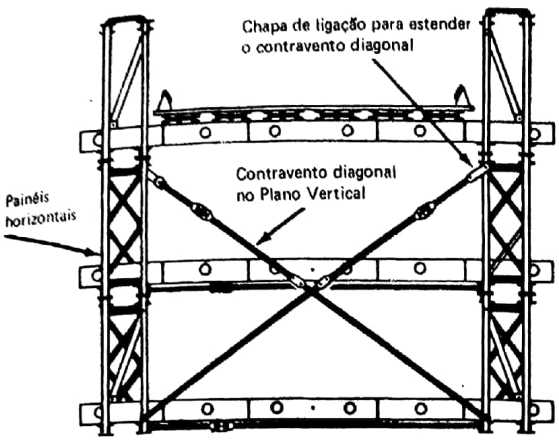


Fig 18-39. Contraventamento de um pilar de dois andares

tempo, como será mostrado abaixo. O método consiste em elevar a ponte a uma pequena altura com base nos dois pilares adjacentes àquele onde se pretende introduzir o berço do elo de junção. O procedimento é o seguinte: as extremidades da ponte são levantadas e colocadas sobre madeira pouco acima do nível final. Três equipes passam a trabalhar, a partir da primeira margem, efetuando as seguintes operações:

(1) A primeira equipe, atuando no primeiro pilar, levanta a ponte, remove os roletes de lançamento e abaixa a estrutura sobre madeira de fundação de igual altura que a extremidade da ponte.

(2) Simultaneamente, a segunda equipe opera da mesma forma no segundo pilar, assentando os berços dos elos de junção e baixando a estrutura ao nível do madeiramento.

(3) A terceira equipe completa a operação (1) no terceiro pilar enquanto a segunda coloca os berços dos elos de junção no segundo pilar. A primeira equipe baixa, então, a ponte nos berços dos elos de junção do primeiro pilar.

(4) A primeira equipe completa a operação (1) no quarto pilar, enquanto a terceira equipe coloca os berços dos elos de junção no terceiro pilar. Após, a segunda equipe abaixa a ponte nos berços do elo de junção do segundo pilar.

(5) A seqüência prossegue em todos os lances. Deve-se observar que, por esse modo, a ponte é elevada em pequenos segmentos nos dois lances adjacentes àquele em que o berço do elo de junção está sendo colocado. É essencial que as equipes operadoras dos macacos sejam muito bem controladas para que os berços dos elos de junção possam ser colocados no centro do pilar. No caso de pontes muito longas, é aconselhável fazer o trabalho partindo do pilar central para as extremidades. Neste caso, o melhor é adotar seis equipes ao invés de três. Finalmente, quando a distância correspondente ao abaixamento da ponte for difícil de ser alcançada com três estágios, deve-se aumentar o número de equipes.

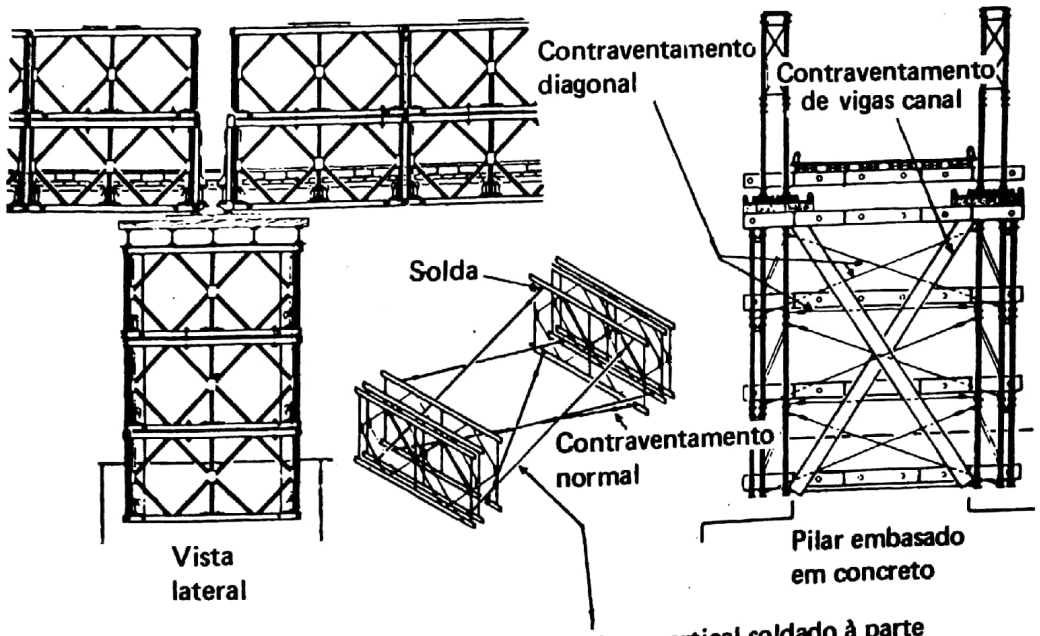


Fig 18-40. Pilar de três andares com contraventamento de circunstância

Digitalizado com CamScanner

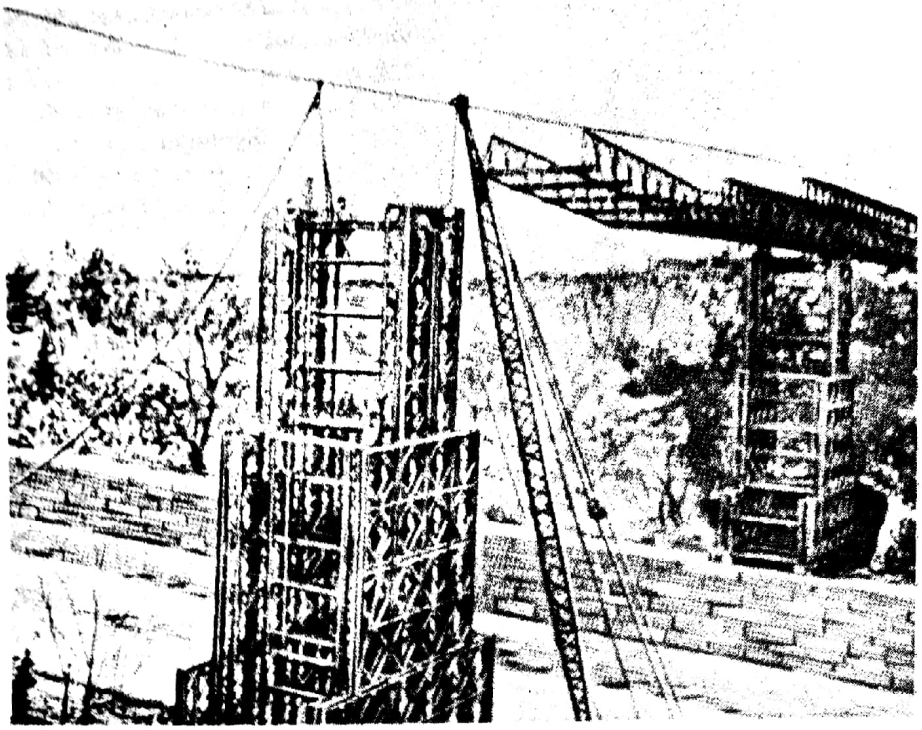


Fig 18-41. Montagem de um pilar de cinco andares com o emprego de um cabo aéreo e de um guindaste, para suportar uma ponte de 340 pés (103,63 m)

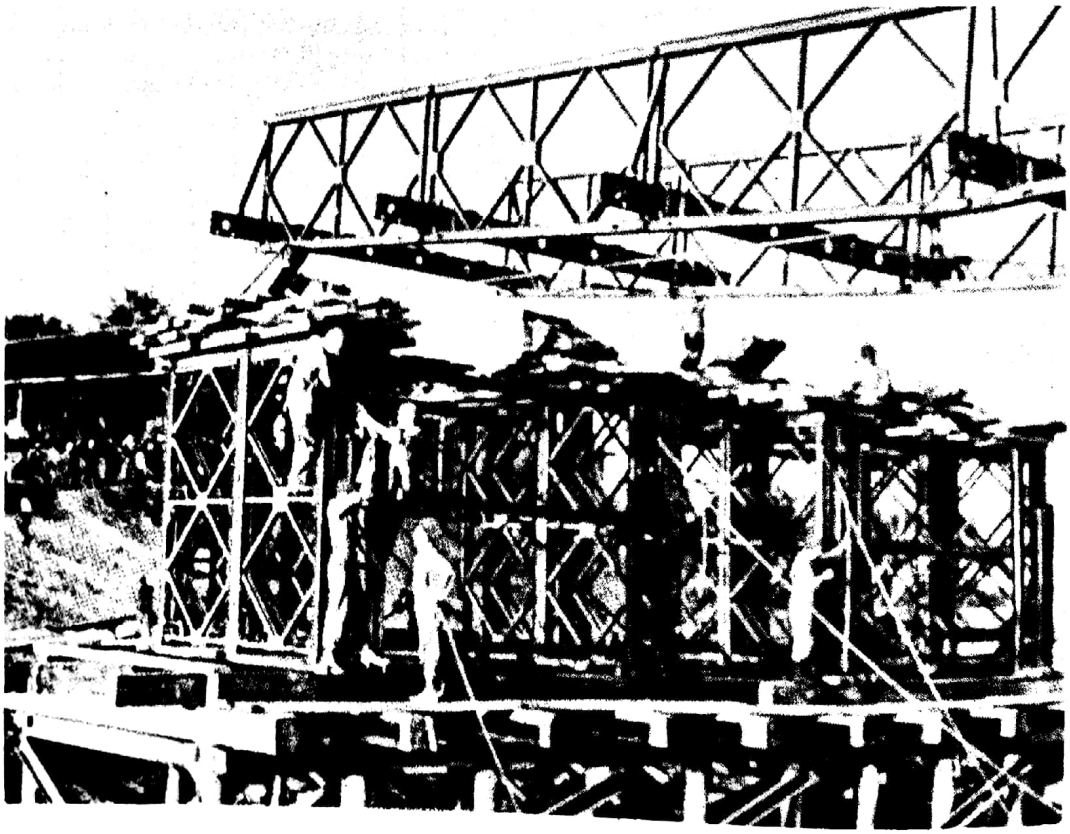


Fig 18-42. Colocação dos roletes de lançamento antes do abaixamento da ponte

Digitalizado com CamScanner

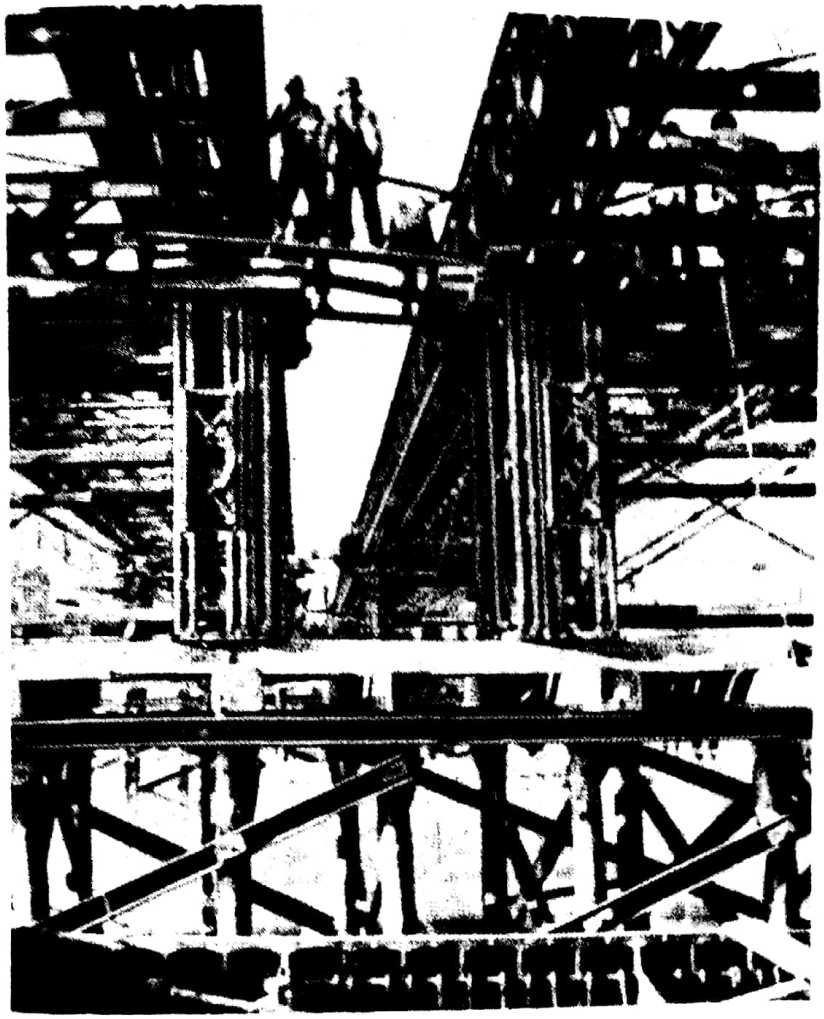


Fig 18-43. Elevação de duas pontes com os macacos operando nos pilares

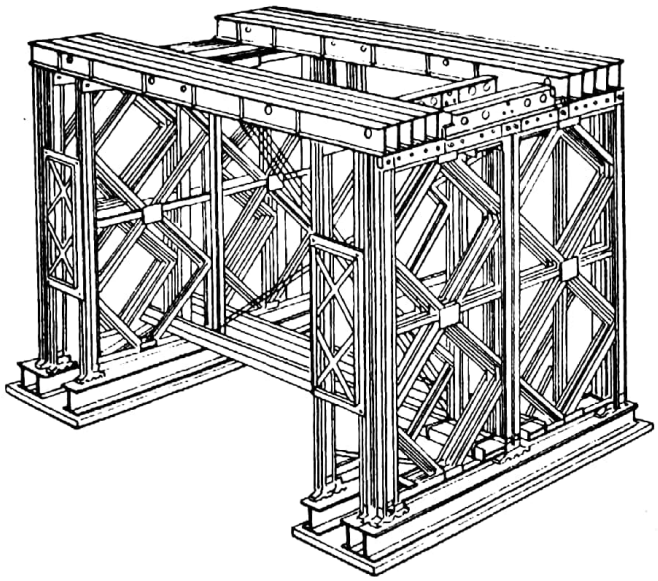


Fig 18-44. Plataforma de trabalho feita com travessas

Digitalizado com CamScanner

Tab. 18-1. Abreviaturas usadas para descrever o pilar de painéis

TIPOS DE PILARES								Abreviaturas
Número de treliças	Número de andares	Número de seções e posição dos painéis						
		1º andar	2º andar	3º andar	4º andar	5º andar	6º andar	
1	1	1 horizontal	–	–	–	–	–	SS (1H)
2	1	1 vertical	–	–	–	–	–	DS (1V)
2	1	2 vertical	–	–	–	–	–	DS (2V)
3	1	2 vertical	–	–	–	–	–	TS (2V)
4	2	1 horizontal	1 vertical	–	–	–	–	QD (1H–1V)
2	2	1 vertical	1 vertical	–	–	–	–	DD (1V–1V)
2	2	2 vertical	1 horizontal	–	–	–	–	DD (2V–1H)
2	2	2 vertical	1 vertical	–	–	–	–	DD (2V–1V)
2	2	2 vertical	2 vertical	–	–	–	–	DD (2V–2V)
4	2	2 vertical	2 vertical	–	–	–	–	QD (2V–2V)
3	3	2 vertical	2 vertical	2 vertical	–	–	–	TT (2V–2V–2V)
2	4	4 vertical	4 vertical	2 vertical	2 vertical	–	–	DQ (4V–4V–2V–2V)
3	5	4 vertical	4 vertical	2 vertical	2 vertical	2 vertical	–	T5 (4V–4V–2V–2V)
3	6	2 vertical	2 vertical	2 vertical	2 vertical	2 vertical	2 vertical	T6 (2V–2V–2V–2V–2V–2V)

Digitalizado com CamScanner

Tab 18-2. Capacidade resistiva das peças empregadas nos pilares

PEÇA	CARGA	CAPACIDADE Pé/Sht/S Sht/Pé	CAPACIDADE M/T/S t/m	ILUSTRAÇÕES
Poste de junção de vãos	(1) Força Cortante na articulação	20	5,6	(1) 20T 20T
	(2) Momento de resistência ao fletor quando o engate de elevação do nariz de lançamento MK-II está colocado, sem força cortante, na articulação	380	106,4	(2) a P l
	Com força cortante de 20 Sht (18,14 t) na junção	360	100,8	$\frac{Pa}{1}$ (1−a) = 380 Sht/pé (sem força cortante) 360 Sht/pé (c/20 Sht de força cortante)
Elo de junção	(3) Carga vertical	25	7,0	(3) 12.5T 12.5T 25T
Berço do elo de junção	(4) Carga no centro quando apoiado nas extremidades	14	3,92	(4) 14T (5) 25T
	(5) Carga no centro quando totalmente apoiado	25	7,0	
Soleira de pilar	(6) Carga nos orifícios intermediários reforçados, quando apoiados nas extremidades e nos orifícios centrais	9	2,52	(6) 4.5T 4.5T
	(7) Carga nos orifícios centrais reforçados, quando apoiados nos orifícios intermediários	4,5	1,26	(7) 2.25T 2.25T
	(8) Carga uniformemente distribuída, quando apoiado nas extremidades e nos orifícios centrais	18	5,04	(8) 18T
	(9) Carga nos orifícios centrais quando apoiado num painel	17	4,76	(9) 8.5T 8.5T panel
	(10) Tração entre 2 orifícios quaisquer	34	9,52	(10) 34T 34T
Braçadeira de painel	(11) Tração	17	4,76	(11) 17T 17T

OBSERVAÇÃO – Consultar a Tabela 26-1 para os demais componentes.

Digitalizado com CamScanner

Tab 18-3. Capacidade dos pilares construídos com o conjunto de articulação [illegible]

Tipo do pilar	CAPACIDADE EM TONELADAS			
	Curtas	Métricas	Curtas	Métricas
	Pontes contínuas		Pontes descontínuas	
DS (1H)	70	63,50	100	
TS (1H)	90	81,65	145	
DS (1V)	60	54,43	80	
TS (1V)	60	54,43	80	
DS (2V)	90	81,65	100	
TS (2V)	130	117,93	145	131,54

Digitalizado com CamScanner

Tab 18-4. Material necessário para construção de pilares de painéis

FIGURA DE REFERÊNCIA			18-18			18-19			18-20			18-21					18-22			18-27				18-23						18-24			
ALTURA	Pés/Polegadas		6'3 1/2"			7'2 1/2"			6'6 1/2"			17'			27'		10'10 1/2"			20'10 1/2"		30'10 1/2"		11'7"			21'7"			31'7"			41'7"		51'7"	
	Metros		1,92			2,20			1,87			5,18			8,23		3,31			6,36		9,41		3,53			6,58			9,63			12,67		15,72	
COMPONENTES	PESO		TIPO DE CONSTRUÇÃO																															
	Libras	Quilogramas	PORCENTAGEM DE SOBRESSALENTES	SS (1H)	DS (1H)	TS (1H)	SS (1H)	DS(1H)	TS(1H)	SS (1H)	DS (1H)	TS (1H)	SD (2V-1H)	DD (2V-1H)	TD (2V-1H)	DT (2V-2V-1H)	TT (2V-2V-1H)	SS (2V)	DS (2V)	TS (2V)	DD (2V-2V)	TD (2V-2V)	DT (2V-2V-2V)	TT (2V-2V-2V)	SS (2V)	DS (2V)	TS (2V)	DD (2V-2V)	TD (2V-2V)	DT (2V-2V-2V)	TT (2V-2V-2V)	DQ (4V-4V-2V-2V)	TQ (4V-4V-2V-2V)	DS (4V-4V-2V-2V-2V)	TS (4V-4V-2V-2V-2V)
	NÚMERO DE PEÇAS NECESSÁRIAS (1)																																	
1) Berço (2)	68	30,84	–	2	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	4	4	4	4	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2) Sapata de pilar	37	16,80	10%	2	4	7	–	–	–	–	–	–	7	13	20	13	20	2	4	7	4	7	4	7	7	13	20	13	20	13	20	22	33	22	33
3) Berço do elo de junção	217	98,43	–	–	–	–	2	4	6	2	4	6	2	4	6	4	6	–	–	–	–	–	–	–	2	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
4) Parafuso de contraventamento	1	0,45	25%	10	10	20	10	10	20	10	10	20	20	60	80	90	120	20	40	60	70	100	100	140	20	40	60	70	100	100	140	250	320	300	380
5) Parafuso de painel	7,5	3,40	10%	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	9	13	18	26	4	9	13	18	26	26	40	4	9	13	18	26	26	40	70	106	79	119
6) Contraventamento diagonal	68	30,84	10% a 4 max	2	2	2	2	2	2	2	2	2	7	7	7	11	11	4	4	4	9	9	13	13	4	4	4	9	9	13	13	26	26	31	31
7) Sapata de pilar	251	113,85	–	4	8	12	4	8	12	2	4	6	4	8	12	–	12	2	4	6	4	6	4	6	2	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
8) Pranchão de junção	149	67,60	–	–	–	–	–	–	–	4	4	4	4	4	4	4	4	–	–	–	–	–	–	–	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9) Braçadeira de painel	11	5,00	10%	13	26	40	18	35	43	9	18	26	13	26	40	26	40	4	9	13	9	13	9	13	4	9	13	9	13	9	13	9	13	9	13
10) Braçadeira de travessa	7	3,20	10% a 20 max	4	9	13	4	9	13	4	9	13	13	26	40	33	51	9	18	26	26	40	62	92	9	18	26	26	40	62	92	106	158	123	185
11) Quadro de contraventamento	44	20,00	10%	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9	9	13	13	–	4	4	9	9	13	13	–	4	4	9	9	13	13	40	40	48	48
12) Elo de junção	36	16,35	–	–	–	–	2	4	6	2	4	6	2	4	6	4	6	–	–	–	–	–	–	–	2	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
13) Engate de elevação do nariz de lançamento (3)	28	12,70	–	–	–	–	–	–	–	2	4	6	2	4	6	4	6	–	–	–	–	–	–	–	2	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
14) Painel	577	216,70	10% a 10 max	2	4	7	2	4	7	2	4	7	7	13	20	22	33	4	9	13	18	26	26	40	–	9	13	18	26	26	40	53	79	62	92
15) Pino de painel (4)	6	2,70	20% a 50 max	24	48	72	29	58	86	34	67	101	58	115	173	134	202	19	38	58	58	86	77	115	46	91	137	110	166	130	194	187	281	206	308
16) Placa-base (2)	381	172,80	–	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	2	2	2	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17) Chapa de ligação	3,5	1,60	10%	–	–	4	–	–	4	–	–	4	–	–	9	–	13	–	–	9	–	13	–	18	–	–	–	–	13	–	18	–	31	–	35
18) Poste de junção de vão (fêmea)	202	91,65	–	–	–	–	–	–	–	2	4	6	2	4	6	2	4	–	–	–	–	–	–	–	2	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
19) Poste de junção de vão (macho)	194	88,00	–	–	–	–	–	–	–	2	4	6	2	4	6	4	6	–	–	–	–	–	–	–	2	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
20) Escora	22	10,00	10%	4	4	4	4	4	4	4	4	4	9	9	9	13	13	9	9	9	13	13	18	18	9	9	9	13	13	18	18	31	31	35	35
21) Travessa	618	280,30	10% a 4 max	2	2	2	2	2	2	2	2	2	7	8	8	10	10	4	4	4	7	7	15	15	4	4	4	7	7	15	15	26	26	31	31

NÚMERO DA CARGA	NOME DA CARGA	NÚMERO DE CARGAS NECESSÁRIAS																															
22) 1 (um)	– Carga de componentes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23) 2 (dois)	– Carga de painéis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	1	1	2	2	3	3	5	1	1	2	2	3	3	5	6	9	7	10
24) 3 (três)	– Carga de travessas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4
25) 9 (nove)	– Carga de peças especiais para pilares	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	6	5	6

OBSERVAÇÕES – (1) A quantidade inclui as peças sobressalentes indicadas na 3ª coluna;

(2) Estas peças não constam dos carregamentos especializados dos pilares. Empregam-se as da equipagem da ponte;

(3) Empregados somente durante o lançamento;

(4) Não estão computados os pinos dos engates de elevação do nariz de lançamento.

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 19

PROCESSOS ESPECIAIS DE LANÇAMENTO

19-1. PONTES EM LOCAIS LIMITADOS

a. Descrição – os locais limitados impedem a organização normal dos canteiros de trabalho e a colocação dos roletes para o lançamento da ponte pelo processo "em balanço com nariz de lançamento", descritos nos Capítulos 7 e 9. Tais locais podem ser limitados, em comprimento ou largura, por obstruções diversas como construções, vigas de pontes pré-existentes, árvores, dobras do terreno, inclinação das margens ou diques. A restrição mais comum é a falta de espaço à retaguarda do local de lançamento da primeira margem, entendido como a distância entre os roletes de lançamento e o obstáculo considerado. As restrições na segunda margem criam menos dificuldades, porque as tabelas de lançamento permitem a desmontagem progressiva do nariz. Por isso, é suficiente a distância livre mínima de 3,65 m (12') além dos roletes de lançamento da segunda margem. Os diversos processos incluídos neste capítulo reduzem, ainda mais, as necessidades de espaço na segunda margem, já que permitem aos postes terminais caírem diretamente sobre os berços (Par 19-3, 19-5 e 19-6) ou permitem inverter o nariz de lançamento (Par 19-4) para ultrapassagem de obstáculos baixos, tais como vigas de pontes já existentes.

b. Finalidade – o presente Parágrafo e os de número 19-2 a 19-6 descrevem processos de lançamento de pontes fixas, utilizando contrapesos fixos ou móveis com:

(1) Nariz de lançamento padronizado, em locais onde a distância de retaguarda apresenta-se limitada (na primeira margem). Durante o lançamento, várias seções de ponte são aliviadas assegurando-se o equilíbrio da estrutura com um contrapeso, colocado na última seção.

(2) Cauda de contrapeso, em locais de pontes com restrições na segunda margem, impedindo a utilização do nariz ou mesmo dos roletes de lançamento de segunda margem. Neste caso, a cauda de contrapeso substitui o nariz de lançamento, mantendo o ponto de equilíbrio atrás dos roletes de lançamento da primeira margem. Durante o processo de construção, a ponte é lançada com postes terminais montados na seção final nº 2 que caem, diretamente, sobre os berços da segunda margem.

c. Contrapesos

(1) Fixo

(a) Logos após a conclusão da última seção da ponte ou da cauda, coloca-se o contrapeso fixo na seção final da ponte ou da cauda. Em seguida, procede-se ao lançamento da ponte.

(b) Qualquer material de peso conhecido, como sobressalentes, sacos de areia ou viaturas, pode ser utilizado como contrapeso.

(2) Móvel – durante a montagem da ponte, mantém-se o contrapeso sempre sobre a última seção construída, contrabalançando, desta forma, as progressivas etapas do lançamento. As viaturas e as plataformas rolantes são os tipos mais adequados de contrapesos rolantes.

(a) Viaturas, caminhões, reboques, carros de combate e tratores, colocados sobre o tabuleiro da ponte, são empurrados, ou se deslocam por seus próprios meios, à medida que a montagem prossegue. As viaturas são carregadas até atingirem o peso indicado nas tabelas de lançamento, ou são lentamente deslocadas sobre o tabuleiro da última seção construída, para permitir o correto equilíbrio. Freqüentemente, há necessidade de ampliar o espaço para atender às exigências das rampas e das áreas de manobra das viaturas, de modo que possam galgar a ponte.

(b) Plataformas rolantes – a Figura 19-1 mostra duas plataformas móveis, deslizando sobre roletes de montagem invertidos. Acrescenta-se ainda maior contrapeso, juntando à plataforma componentes sobressalentes da ponte, sacos de areia, ou qualquer material disponível, de peso conhecido. As plataformas rolantes podem ser utilizadas sozinhas ou acompanhadas de nariz de cauda de contrapeso. Os detalhes especiais da montagem e do lançamento são os seguintes:

– Quatro roletes de montagem são suficientes para as plataformas rolantes de tabuleiro e para

Digitalizado com CamScanner

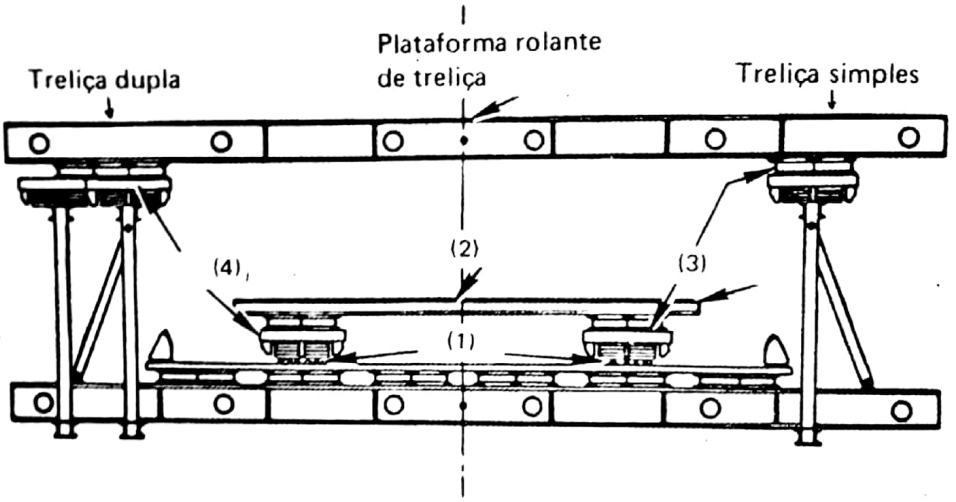
todas as plataformas rolantes de treliças, nas pontes SS. As plataformas rolantes de treliça, nas pontes de treliça dupla ou tripla, necessitam de oito roletes de montagem, sendo que, nas últimas, os roletes não se apóiam na treliça externa; os roletes não necessitam ser fixados à armação dos estrados de vigas de tabuleiro.

– As plataformas são deslocadas por talhas sobre ambas as treliças.

– Os quadros de contraventamento horizontais são colocados sobre as mesas superiores depois que os roletes das plataformas rolantes das treliças houverem deixado a seção.

d. Distância de retaguarda – a Tabela 19-1 mostra as distâncias de retaguarda necessárias para o lançamento das pontes pelo processo normal e pelos dois processos de contrapeso: fixo e móvel. O centro de gravidade da ponte fica sempre, no mínimo, a 60,95 cm (2') atrás dos roletes de lançamento da primeira margem. As distâncias tabeladas incluem 3,65 m(12') para acrescentar à última seção da ponte ou à cauda.

e. Limitações – todos os processos de lançamento que empregam contrapeso aumentam os pesos de lançamento; portanto, os comprimentos dos lances montados por estes processos são mais curtos que os lançados pelo método normal, em virtude do aumento dos esforços combinados na mesa inferior das treliças sobre os roletes de lançamento.



(1) – Pranchões
(2) – Plataforma rolante de tabuleiro
(3) – Estrado de vigas de tabuleiro, simples
(4) – Roletes de montagem

Fig 19-1. Contrapesos tipo plataformas rolantes

19-2. PROCESSO DE LANÇAMENTO COM NARIZ DE LANÇAMENTO E CONTRAPESO

a. Montagem e lançamento – o comprimento do nariz de lançamento, sua composição, a das seções da ponte e a organização das turmas de trabalho são iguais aos do processo normal (Cap 9); entretanto, a utilização de contrapesos, em vez de seções sucessivas para equilibrar a parte em balanço, implica nas seguintes modificações:

(1) Colocação dos roletes – nas montagens DS, empregam-se dois roletes de montagem em cada lado da ponte, em vez de um, como no método normal.

(2) Adição de contrapeso – o nariz de lançamento pode ser deslocado para a frente, de 3,65 a 5,17 m (12' a 17'), após a montagem da primeira seção da ponte, para permitir a montagem do contrapeso móvel sobre o tabuleiro; se for necessário mais espaço, deve-se adicionar um contrapeso fixo, temporário, à primeira seção de ponte ou à última seção do nariz, após o que a estrutura pode ser empurrada mais sobre a brecha.

(3) Na montagem da seção final nº 1 – geralmente, montam-se todas as seções da ponte completas para o lançamento, porém as pontes TS e DD têm a última seção do tipo DS;

(4) Acabamento da ponte – para acelerar a montagem após a chegada da ponte na segunda margem, adicionam-se as demais seções à ponte, completa-se o lançamento e retira-se o nariz; instalam-se os postes terminais na seção final nº 2, baixa-se a ponte e coloca-se a rampa; desloca-se o contrapeso rolante para a extremidade da

Digitalizado com CamScanner

ponte na segunda margem, instalam-se os postes terminais na seção final nº 1 e baixa-se a ponte; coloca-se a rampa na primeira margem e retira-se o contrapeso.

b. **Tabela de lançamento** – a Tabela 19-2 fornece os parâmetros para a montagem de todas as pontes que podem ser lançadas com uma redução apreciável no espaço de retaguarda, em relação aos processos padronizados, utilizando contrapesos fixos ou móveis de peso, também indicados na tabela. Os dados são baseados nos seguintes pressupostos:

(1) Todo contrapeso fica centrado na última seção da ponte.

(2) O espaço de retaguarda mínimo, para qualquer tipo de ponte, é o necessário para montar o nariz de lançamento e a primeira seção da ponte sem contrapeso;

(3) O comprimento de ponte para o lançamento com contrapeso móvel (de valor mostrado na Tabela 19-2) necessita, aproximadamente, da mesma distância de retaguarda que o necessário para montar o nariz e a primeira seção da ponte.

19-3. PROCESSOS DE LANÇAMENTO COM CAUDA DE LANÇAMENTO E CONTRAPESO

a. **Descrição** – o processo de lançamento com cauda de lançamento difere do anterior (Parágrafo 19-2) e do normal, nos seguintes detalhes:

(1) Composição – a cauda tem, exatamente, a mesma estrutura das seções da ponte (Fig 19-2); todas as seções são lançadas sem tabuleiro, exceto a final quando houver necessidade de empregar o contrapeso fixo.

(2) Colocação dos roletes de 2ª margem – os postes terminais da seção final nº 2 caem diretamente sobre os berços, eliminando a necessidade do rolete de lançamento e do abaixamento da ponte na 2ª margem.

(3) Comprimento da ponte – o comprimento da ponte deve ser 76 cm (2' e 6") maior que a brecha, em vez dos 1,52 metros (5'), como ocorre no processo anterior (Fig 19-3).

(4) Compensação do abaixamento – uma vez que não existe nariz de lançamento, no qual os engates se insiram, a compensação do abaixamento deve ser tomada pela diferença de alturas entre os roletes de lançamento da primeira margem e os berços da segunda, a menos que as condições locais permitam que a extremidade em balanço de uma ponte lançada a braço seja erguida, mediante o abaixamento da cauda, à proporção que os postes terminais se aproximem dos berços.

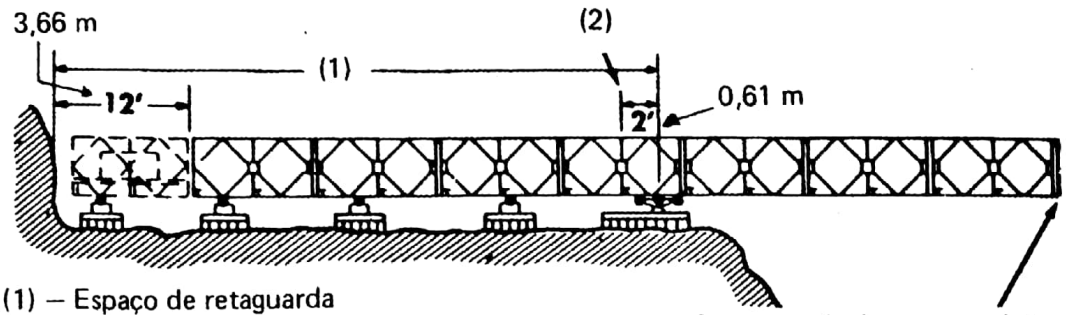


Fig 19-2. Esquema de montagem com cauda e contrapeso. Espaço de retaguarda necessário na 1ª margem

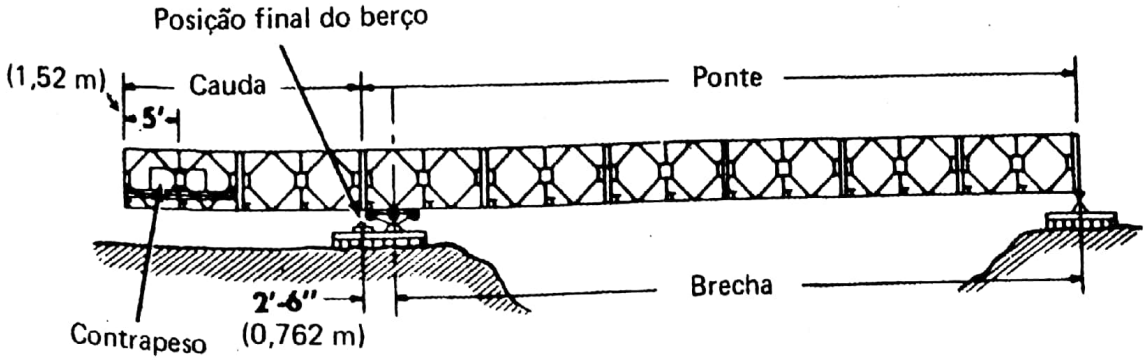


Fig 19-3. Esquema de lançamento com cauda e contrapeso. Locação do rolete de lançamento

Digitalizado com CamScanner

b. Tabela de lançamento – a Tabela 19-3 fornece os dados necessários para o lançamento com cauda e contrapeso.

(1) As caudas apresentadas possuem o mínimo comprimento permitido para manter as tensões na mesa (sobre os roletes de lançamento) dentro dos limites toleráveis.

(2) Onde as condições locais permitirem a utilização de caudas mais longas, os correspondentes contrapesos mais leves podem ser calculados pelos momentos em relação aos roletes de lançamento da 1ª margem.

(3) Quando do emprego de contrapeso móvel (plataforma rolante de treliças – Fig 19-1), os valores apontados devem ser majorados de 1,5 toneladas curtas (1,36 t) correspondentes ao tabuleiro e última seção.

19-4. PROCESSO DE LANÇAMENTO COM EMPREGO DO NARIZ DE LANÇAMENTO INVERTIDO

a. As obstruções baixas e as limitações no sentido da largura, tais como os muros laterais e as vigas preexistentes nos pilares estreitos, que interfiram na passagem das travessas do nariz, podem ser contornadas pelo emprego do nariz invertido.

b. A montagem é a mesma que consta das tabelas de lançamento padronizado, exceto que os painéis do nariz são invertidos e as travessas, escoras e contraventamentos diagonais ficam na mesa superior. Os engates de elevação são colocados na mesa inferior, como no caso padrão. Com isto, o vão livre vertical abaixo das travessas é aumentado de 1,06 m (3'-6").

19-5. PROCESSO DE LANÇAMENTO COM AUXÍLIO DE PLATAFORMAS

a. Pilares treliçados – nos lançamentos sobre diques ou a partir de margens inclinadas (Fig 19-4), os roletes podem ser apoiados em pilares de painéis (Cap 18), que proporcionam uma plataforma de operação.

b. Andaimes

(1) As pontes de painéis podem ser montadas no lugar, ou lançadas, sem nariz ou cauda, sobre madeiramento contínuo, ou andaimes de painéis conjugados com pilares espaçados de 7,62 m (25') centro a centro.

(2) Com roletes afastados de 7,62 m (25'), o abaixamento acarreta a necessidade de erguer-se a seção final nº 2 ao alcançar os roletes da 2ª margem. Numa ponte DS, o abaixamento da extremidade dianteira é de 5,08 a 7,62 cm (2" a 3"), quando o balanço atinge 7,62 m (25').

19-6. PROCESSO DE LANÇAMENTO COM MONTAGEM FRONTAL CONTRABALANÇADA

a. Descrição

(1) O processo de lançamento com montagem frontal contrabalançada consiste na adição sucessiva de seções na extremidade em balanço sobre a brecha, sem necessidade de roletes, já que a ponte fica apoiada num calço de madeira e travessas, por baixo da mesa inferior.

(2) O equilíbrio é assegurado pela adição simultânea de seções de cauda, de mesmo comprimento e da mesma estrutura da ponte, ou por uma cauda mais curta e forte contrapeso.

(3) Os painéis são colocados com guindastes improvisados e talhas, ou, apenas, com guindastes.

b. Aplicação

(1) O presente processo pode ser empregado em todos os tipos de locais restritos, sendo particularmente adequado às construções a partir do topo dos diques.

(2) A utilização de uma cauda curta e contrapeso requer menor espaço de retaguarda que qualquer outro processo de lançamento.

c. Detalhes da montagem

(1) O calço avançado, na orla da brecha, deve distribuir o peso da ponte sobre, pelo menos, 91,4 cm (3') da mesa inferior, para evitar empenamentos.

(2) O calço traseiro, apoiando a cauda, deve ser suficientemente baixo para dar a inclinação inicial suficiente para compensar o abaixamento e conduzir os postes terminais sobre os berços da segunda margem.

d. Guindastes – um barrote de madeira de 6,09 m x 20,32 cm x 20,32 cm (20' x 8" x 8") e uma talha com combinação de 4 polias, utilizando cabo de 1,9 cm (3/4") de diâmetro, pode ser aplicado como um guindaste improvisado. É fixado em ângulo de 45º (nas pontes DT e TS é montado contra o quadro de contraventamento horizontal na mesa superior e uma travessa na inferior), de modo que a extremidade superior do sarrafo se estenda a cerca de 1,52 m (5') acima e à frente da extremidade das treliças; desta maneira, cada novo painel pode ser precisamente colocado em seu lugar, suspenso na extremidade superior do barrote.

e. Contrapeso – a cauda e o contrapeso são reduzidos ao mínimo, instalando-se, apenas, o material necessário para operar o guindaste, sobre a parte em balanço.

19-7. PROCESSO DE LANÇAMENTO GIRATÓRIO

a. O presente processo destina-se à construção de pontes situadas sobre diques, onde as condições particulares exigem que a montagem seja feita, inicialmente, no sentido longitudinal, para, após, ser girada sobre a brecha.

b. A ponte é montada sobre roletes tubulares no ponto de equilíbrio da estrutura, para ser girada quando estiver completa.

19-8. PROCESSO DE LANÇAMENTO SEM ROLETES

a. As pontes SS de até 12,19 m (40') de compri-

Digitalizado com CamScanner

mento podem ser lançadas a braço, sem roletes, por deslizamento sobre vigas engraxadas.

b. Colocam-se barrotes de madeira ou estrados de vigas untados com graxa, na beira da brecha a 6,09 m (20') para trás, sob cada treliça. A ponte é montada sobre tais apoios com uma travessa por seção e sem tabuleiro, contrabalançada por três seções de cauda, com duas travessas por seções e tabuleiro na última.

c. Uma vez completa, a ponte é empurrada sobre a brecha, com a ajuda de pés de cabra e alavancas; alguns homens, na segunda margem, erguem a extremidade dianteira sobre calços.

d. A seguir, desmonta-se a cauda, colocam-se os postes e baixa-se a ponte sobre os apoios; acrescentam-se as segundas travessas, o sistema de tabuleiro e as rampas, completando a ponte.

19-9. PROCESSO DE LANÇAMENTO POR FLUTUAÇÃO

a. Vantagens

(1) Não há necessidade de locais espaçosos.

(2) A montagem pode ser realizada fora do eixo da ponte.

(3) Não são necessários o nariz ou a cauda de lançamento.

b. Desvantagens

(1) A profundidade do rio deve permitir a flutuação dos uniflotes carregados.

(2) Nas correntezas superiores a 91,4 cm (3') por segundo, a manobra apresenta certa dificuldade.

(3) O processo é mais demorado que o método normal de lançamento.

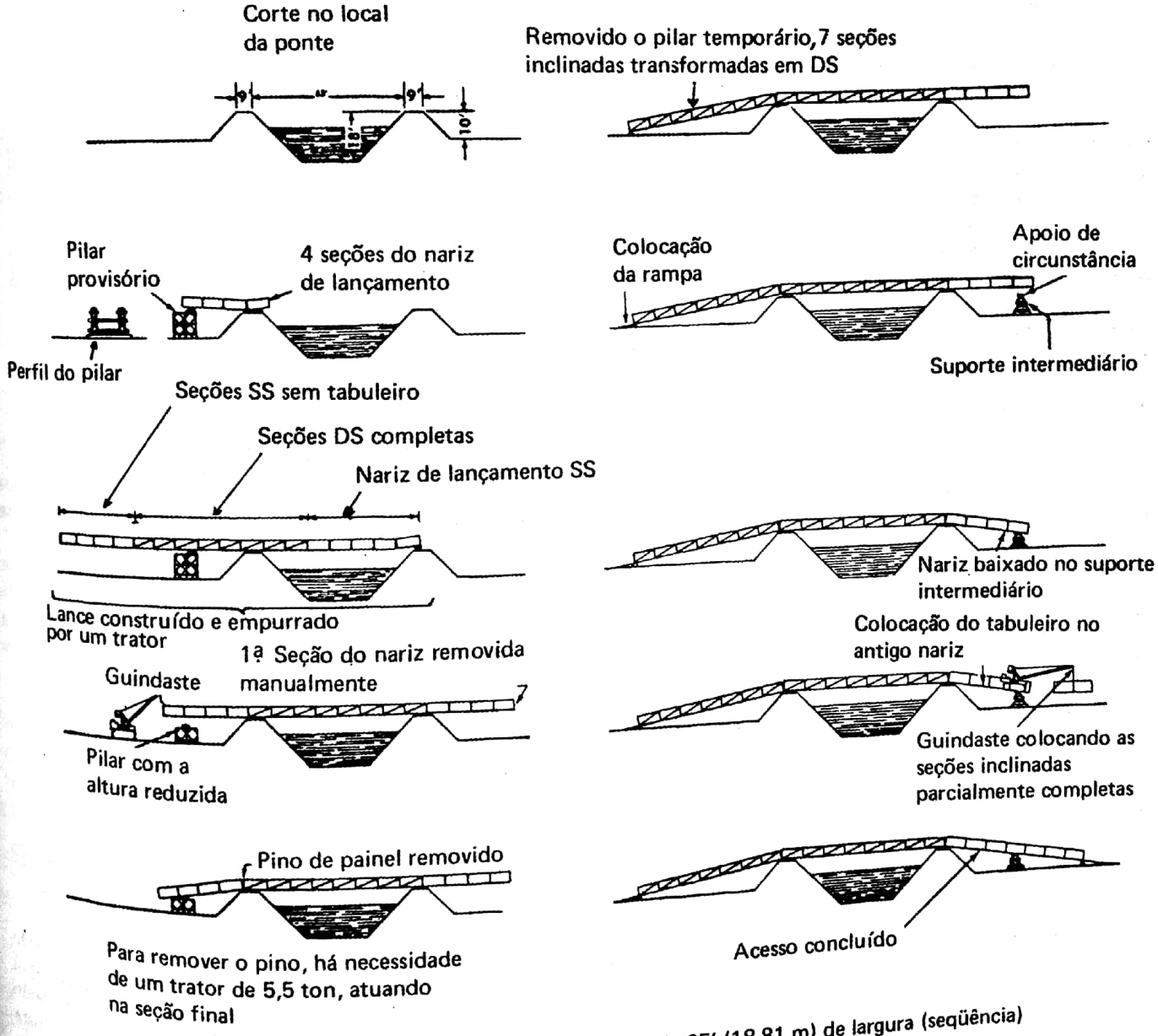


Fig 19-4. Lançamento de uma ponte sobre um dique de 65' (18,81 m) de largura (seqüência)

Digitalizado com CamScanner

19-10. PROCESSO DE LANÇAMENTO DE LANCES MÚLTIPLOS POR FLUTUAÇÃO (LANCES FIXOS).

a. Lances intermediários

(1) Calcula-se o número de uniflotes necessários para receber o lance que será navegado.

(2) Coloca-se, sobre os suportes flutuantes, o madeiramento necessário para manter o lance em altura superior ao topo dos pilares.

(3) Deixa-se a estrutura do lance ultrapassar as bordas dos uniflotes em ambas as extremidades para facilitar a manobra de abordagem.

(4) Navega-se de jusante para montante, obedecendo o esquema de seis estágios, abaixo exemplificado, para um lance típico TS de 27,43 m (90') (Fig 19-5).

(a) Estágio 1 — prepara-se uma portada de uniflotes com madeirame suficiente para elevar a estrutura acima dos pilares. Monta-se sobre roletes ligeiramente mais altos que o madeirame da portada.

(b) Estágio 2 — empurra-se a ponte sobre a portada, até ultrapassá-la, proporcionando espaço entre o suporte flutuante e o pilar quando a estrutura houver navegado para o sítio definitivo. Continua-se lançando a ponte até que a seção final fique próxima dos roletes de lançamento.

(c) Estágio 3 — navega-se uma segunda portada devidamente aparelhada, de maior robustez que a primeira, sob a estrutura já lançada. Bombeia-se água para dentro dos uniflotes de modo que a portada possa passar por baixo da estrutura. Caso a segunda portada não possa alcançar um sítio bem próximo à primeira margem, colocam-se roletes de lançamento sob o madeirame da portada.

(d) Estágio 4 — quando a portada ocupar seu lugar sob a estrutura, bombeia-se a água dos porões dos uniflotes até que os roletes de lançamento (da portada) recebam toda a estrutura da ponte, abandonando os roletes de primeira margem. Coloca-se a portada em uma distância adequada, empurrando a estrutura sobre os roletes. Finalmente, trava-se a ponte com piquetes, entre a mesa do painel e os roletes.

(e) Estágio 5 — manobra-se a estrutura para o seu lugar entre os pilares.

(f) Estágio 6 — bombeia-se água para dentro dos uniflotes até que a estrutura ocupe seu lugar sobre os pilares. Retiram-se as portadas.

NOTA: o mesmo efeito do bombeamento de água pode ser obtido com macacos. Para se elevar o lance, opera-se o levantamento da estrutura e acrescenta-se madeira. Para baixá-la, opera-se seu levantamento e retira-se madeira. Convém ensaiar a operação, para saber, adredemente, que peças vão ser acrescentadas ou retiradas.

b. Primeiro lance

(1) Montagem no eixo central da ponte.

(a) A partir dos roletes de primeira margem, lança-se a estrutura com a extremidade dianteira apoiada sobre uma portada de uniflotes que vai ao largo, à medida que as seções vão sendo acrescentadas.

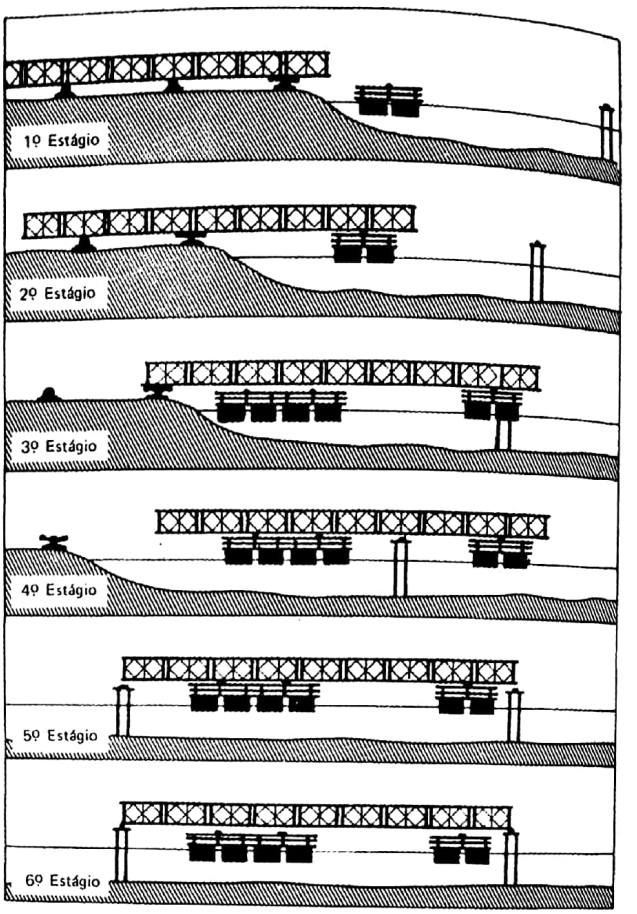


Fig 19-5. Estágios de lançamento de um lance intermediário pelo processo de flutuação

(b) Entre a portada e a ponte, deve haver um pilar de dormentes ou de painéis, de altura convenientemente calculada, para permitir que a ponte alcance o pilar em situação propícia a ser baixada sobre os berços ou ligada à seção seguinte.

(2) Montagem fora do eixo central da ponte — monta-se a estrutura, pelo mesmo método de lançamento dos lances intermediários (por flutuação), navega-se com ela até o eixo, e, finalmente, procede-se a seu assentamento no encontro e no pilar.

19-11. PROCESSO DE LANÇAMENTO DE PONTES BI-APOIADAS LANÇADAS POR FLUTUAÇÃO

a. Montagem no eixo central da ponte — seguindo as instruções de 19.10, b, (1), acima, pode-se proceder à montagem das pontes bi-apoiadas. Em tal caso, e, sendo necessário, pode-se colocar um nariz de lançamento para

Digitalizado com CamScanner

galgar a segunda margem, onde serão colocados os roletes de lançamento.

b. **Montagem fora do eixo central** – monta-se a ponte sobre duas portadas de uniflotes, deixando uma parte em balanço em cada extremidade. Aparelham-se as portadas com um pilar de painéis ou de dormentes, fazendo com que a ponte se eleve acima dos encontros do local onde será lançada. Navega-se a ponte para o eixo, e, afundando os uniflotes ou erguendo e retirando madeira, baixa-se a estrutura sobre os berços.

Digitalizado com CamScanner

Tab 19-1. Distância à retaguarda necessária para o lançamento das pontes bi-apoiadas (1)

PONTE			PROCESSO DE LANÇAMENTO									
			NARIZ						CAUDA			
			CONTRAPESO									
			Nenhum (2)		Fixo (3)		Móvel (3)		Fixo (4)		Móvel (4)	
TIPO	VÃO Pés	VÃO Metros	Pés	Metros	Pés	Metros	Pés	Metros	Pés	Metros	Pés	Metros
SS	30	9,14	35	10,67	28	8,53	26	7,92	30	9,14	24	7,32
	40	12,19	43	13,11	31	9,45	31	9,45	35	10,67	24	7,32
	50	15,24	47	14,33	37	11,28	32	9,75	40	12,19	24	7,32
	60	18,29	55	16,76	41	12,50	36	10,97	50	15,24	33	10,06
	70	21,34	63	19,20	48	14,63	42	12,80	55	16,76	33	10,06
	80	24,38	67	20,42	53	16,15	42	12,80	60	18,29	33	10,06
	90	27,43	75	22,86	56	17,07	46	14,02	70	21,34	43	13,11
DS	50	15,24	45	13,72	36	10,97	32	9,75	41	12,50	26	7,92
	60	18,29	52	15,86	39	11,89	36	10,97	51	15,54	33	10,06
	70	21,34	57	13,37	43	13,11	36	10,97	56	17,07	33	10,06
	80	24,38	64	19,51	51	15,54	43	13,11	61	18,60	34	10,37
	90	27,43	71	21,64	54	16,46	46	14,02	66	20,12	34	10,37
	100	30,48	76	23,17	58	17,68	46	14,02	75	22,86	43	13,11
	110	33,53	83	25,30	65	19,81	51	15,54	85	25,91	53	16,15
	120	36,58	90	27,43	68	20,72	56	17,07	—	—	—	—
	130	39,62	95	28,96	77	23,47	63	19,20	—	—	—	—
TS	80	24,38	63	19,20	50	15,24	42	12,80	68	20,73	43	13,11
	90	27,43	70	21,34	53	16,15	46	14,02	73	22,25	43	13,11
	100	30,48	74	22,56	57	17,37	46	14,02	83	25,30	53	16,15
	110	33,53	81	24,69	64	19,51	52	15,86	93	28,35	63	19,20
	120	36,58	86	26,21	69	21,03	53	16,15	—	—	—	—
	130	39,62	93	28,35	76	23,16	62	18,90	—	—	—	—
	140	42,67	100	30,48	78	23,77	62	18,90	—	—	—	—
DD	100	30,48	74	22,56	61	18,60	52	15,86	80	24,38	52	15,86
	110	33,53	81	24,69	65	19,81	54	16,46	85	25,91	52	15,86
	120	36,58	86	26,21	67	20,42	52	15,86	86	26,21	53	16,15
	130	39,62	93	28,35	74	22,56	62	18,90	87	26,52	53	16,15
	140	42,67	100	30,48	77	23,47	62	18,90	—	—	—	—
	150	45,72	106	32,31	87	26,52	72	21,95	—	—	—	—

OBSERVAÇÕES – (1) No cômputo das distâncias estão incluídos 2' (0,51 m) entre o centro de gravidade e os roletes de lançamento da 1ª Margem e 12' (3,66 m) para a construção da seção final nº 2, ou a última seção da cauda;

(2) Lançamento pelo processo normal;

(3) Ver Tabela 19-2 e Parágrafo 19-2;

(4) Ver Tabela 19-3 e Parágrafo 19-3.

Digitalizado com CamScanner

Tab 19-2. Parâmetros para o lançamento com nariz de lançamento e contrapeso

PONTE			TIPO DE ESTRUTURA PARA O LANÇAMENTO		DISTÂNCIA DE RETAGUARDA				CONTRAPESO NECESSÁRIO (5)		PESO DE LANÇAMENTO		ABAIXAMENTO APROXIMADO	
	VÃO				CONTRAPESO FIXO (3)		PLATAFORMA ROLANTE (4)							
TIPO	Pés	Metros	Seções de Ponte (2)	Seções de Nariz SS	Seções de Nariz DS	Pés	Metros	Pés	Metros	Sh ton	Ton Métricas	Sh ton	Ton Métricas	Polegadas	Metros
SS	30	9,14	2	2	—	28	8,53	26	7,92	3,1	2,81	11,0	9,98	2	0,051
	40	12,19	2	3	—	31	9,45	31	9,45	7,7	6,99	16,5	14,97	3	0,076
	50	15,24	4	3	—	37	11,28	32	9,75	4,2	3,81	18,5	16,78	4	0,102
	60	18,29	4	4	—	41	12,50	36	10,97	7,3	6,62	23,0	20,87	7	0,178
	70	21,34	5	5	—	48	14,63	42	12,80	4,2	3,81	23,5	21,32	10	0,254
	80	24,38	6	5	—	53	16,15	42	12,80	8,3	7,53	30,5	27,67	13	0,330
	90	27,43	6	6	—	56	17,07	46	14,02	11,4	10,34	34,5	31,30	20	0,508
DS	50	15,24	4	3	—	36	10,97	32	9,75	3,8	3,45	21,0	19,05	3	0,076
	60	18,29	4	4	—	39	11,89	36	10,97	7,0	6,36	25,0	22,68	5	0,127
	70	21,34	5	4	—	43	13,11	36	10,97	13,7	12,43	35,0	31,76	7	0,178
	80	24,38	6	5	—	51	15,54	43	13,11	8,0	7,26	34,0	30,84	12	0,305
	90	27,43	6	6	—	54	16,46	46	14,02	11,0	9,98	38,0	34,48	17	0,432
	100	30,48	7	6	—	58	17,68	46	14,02	15,0	13,61	45,5	41,28	20	0,508
	110	33,53	8	7	—	65	19,81	51	15,54	15,7	14,24	50,5	45,81	28	0,711
	120	36,58	8	8	—	68	20,72	56	17,07	15,0	13,61	50,5	45,81	38	0,965
	130	39,62	10	8	—	77	23,47	63	19,20	13,2	11,98	55,5	50,35	45	1,143
TS	80	24,38	6	5	—	50	15,24	42	12,80	8,3	7,53	37,0	33,57	11	0,279
	90	27,43	6	6	—	53	16,15	46	14,02	11,3	10,26	41,0	37,20	17	0,432
	100	30,48	7	6	—	57	17,37	46	14,02	18,3	16,60	52,0	47,20	20	0,508
	110	33,53	8	7	—	64	19,51	52	15,86	12,3	11,16	51,1	46,36	26	0,660
	120	36,58	9	7	—	69	21,03	53	16,15	18,7	16,97	61,5	55,80	30	0,762
	130	39,62	10	8	—	76	23,16	62	18,90	13,5	12,25	61,5	55,80	42	1,067
	140	42,67	10	9	—	78	23,77	62	18,90	16,3	14,79	65,0	58,97	57	1,450
DD	100	30,48	8	6	—	61	18,60	52	15,86	9,7	8,80	52,1	47,27	15	0,381
	110	33,53	8	7	—	65	19,81	54	16,46	12,5	11,34	54,0	48,99	19	0,482
	120	36,58	9	7	—	67	20,42	52	15,86	19,6	17,78	68,0	61,69	22	0,560
	130	39,62	10	8	—	74	22,56	62	18,90	13,7	12,43	67,4	61,15	29	0,736
	140	42,67	10	7	2	77	23,47	62	18,90	18,1	16,42	74,1	67,22	36	0,914
	150	45,72	12	6	3	87	26,52	72	21,95	17,5	15,88	83,4	75,66	38	0,965

OBSERVAÇÕES – (1) – Menos 5' (1,524 m) – Distância do berço do poste terminal ao rolete de lançamento da 1ª margem

(2) Todas as seções de pontes são montadas completas sem estrado de passadeira, exceto as seções finais nº 2 das pontes TS e DD que são DS;

(3) O contrapeso fixo é acrescentado somente na seção final nº 1;

(4) O contrapeso móvel é acrescentado na 1ª seção e vem rolando sobre as seções posteriores;

(5) Situado no meio da seção.

Digitalizado com CamScanner

Tab 19-3. Parâmetros para o lançamento com cauda e contrapeso

PONTE (1)			DISTÂNCIA DE RETAGUARDA				CAUDA (3)			PESO DE LANÇAMENTO		ABAIXAMENTO APROXIMADO (5)	
	VÃO (2)		CONTRAPESO FIXO		CONTRAPESO MÓVEL			CONTRAPESO (4)					
TIPO	Pés	Metros	Pés	Metros	Pés	Metros	Número de Seções	Sh ton	Ton Métricas	Sh ton	Ton Métricas	Polegadas	Metros
SS	30	9,14	30	9,14	24	7,32	1	5,0	4,54	12,5	11,34	1	0,0254
	40	12,19	35	10,67	24	7,32	1	11,0	9,98	19,5	17,68	2	0,051
	50	15,24	40	12,19	24	7,32	1	18,5	16,78	28,5	25,85	3	0,076
	60	18,29	50	15,24	33	10,06	2	10,0	9,07	22,5	20,41	5	0,127
	70	21,34	55	16,76	33	10,06	2	15,0	13,61	29,0	26,30	8	0,203
	80	24,38	60	18,29	34	10,37	2	20,5	18,60	35,5	32,21	12	0,305
	90	27,43	70	21,34	43	13,11	3	15,5	14,06	33,0	29,94	18	0,457
DS	50	15,24	41	12,50	26	7,92	1	28,0	25,40	42,0	38,10	3	0,076
	60	18,29	51	15,54	33	10,06	2	15,0	13,61	32,5	29,50	5	0,127
	70	21,34	56	17,07	33	10,06	2	22,5	20,41	42,0	38,10	7	0,178
	80	23,38	61	18,60	34	10,37	2	30,5	27,67	52,0	47,20	10	0,254
	90	27,43	66	20,12	34	10,37	2	40,0	36,29	63,5	57,61	15	0,381
	100	30,48	75	22,86	43	13,11	3	29,5	26,75	57,0	51,71	–	–
	110	33,53	85	25,91	53	16,15	4	24,5	22,23	56,0	50,80	27	0,686
TS	80	24,38	68	20,73	43	13,11	3	22,5	20,41	52,5	47,63	11	0,279
	90	27,43	73	22,25	43	13,11	3	31,0	28,12	64,0	58,06	16	0,406
	100	30,48	83	25,30	53	16,15	4	25,5	23,13	63,5	57,61	20	0,508
	110	33,53	93	28,35	63	19,20	5	23,0	20,87	66,0	59,87	26	0,660
DD	100	30,48	80	24,38	52	15,86	4	33,0	29,94	80,0	72,57	12	0,305
	110	33,53	85	25,91	52	15,86	4	41,5	37,65	91,5	82,92	16	0,406
	120 (6)	36,58	86	26,21	53	16,15	4	43,5	39,46	94,5	85,64	18	0,457
	130 (7)	39,62	87	26,52	53	16,15	4	44,5	40,37	95,0	86,09	20	0,508

OBSERVAÇÕES – (1) A ponte é lançada sem tabuleiro e com os postes terminais da seção final nº 1

(2) Distância do rolete de lançamento ao berço: 2'6" (0,762 m)

(3) Cauda da mesma construção da ponte

(4) Contrapeso a 5' (1,524 m) da extremidade da ponte. Caso se empregue contrapeso móvel, deve-se acrescentar 1,5 Sh ton (1,36 t) de material sobressalente, ao invés do tabuleiro

(5) Abaixamento aproximado. Acrescenta-se 6" (0,152 m) para se obter a projeção do poste terminal

(6) Omitir o 2º andar das duas primeiras seções, a partir da seção final nº 1 (inclusive)

(7) Omitir o 2º andar das cinco primeiras seções, a partir da seção final nº 1 (inclusive).

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 20

LANÇAMENTO POR VIGAS SUCESSIVAS

20-1. PRESSUPOSTOS BÁSICOS

a. Emprego — o lançamento de pontes por vigas sucessivas pode ser vantajoso nas seguintes hipóteses:

(1) Na construção de pontes de tabuleiro superior, tipo plataforma (Fig 20-1).

(2) Na construção de um lance, a partir de outro já montado, caso em que se exige, em primeiro lugar, que os pilares tenham largura suficiente para receber a nova estrutura, e, em segundo lugar, que tal lance, por sua largura insuficiente, não permita o lançamento pelo processo normal. Este tipo de construção pode ser utilizado nos seguintes casos:

(a) Reconstrução de um lance de ponte Bailey descontínua, de tabuleiro inferior (Fig 20-2).

(b) Montagem de um lance, a partir de uma ponte de emprego civil, de tabuleiro inferior, de largura inferior ao comprimento da travessa da ponte Bailey (Fig 20-3).

(c) Montagem de um lance, a partir de uma ponte de tabuleiro superior, tipo plataforma, de largura inferior a 6,31 m (20'-8 1/2") (Fig 20-4).

(d) Montagem de um lance fortemente inclinado, com Bailey flutuante, em locais sujeitos a grande influência das marés (Fig 20-5).

b. Tipos de vigas

(1) Descrição — as vigas simples são montadas pelo agrupamento de uma a cinco treliças, ligadas entre si por quadros de contraventamento e chapas de ligação, como mostra a Figura 20-6.

(2) Tipos de treliças empregadas

(a) Nas pontes bi-apoiadas de tabuleiro inferior empregam-se vigas de treliça simples, duplas ou triplas.

(b) Nas pontes de tabuleiro superior, tipo plataforma, empregam-se quaisquer tipos de treliças, porém, para economia de tempo, sempre que possível, grupam-se várias treliças em uma viga, ao invés de lançar uma de cada vez.

(c) Nas pontes de tabuleiro superior, tipo plataforma, de duas vias, torna-se necessário o emprego de vigas de quatro ou cinco treliças.

c. Seqüência de montagem

(1) A viga é montada sobre o tabuleiro da ponte existente e lançada sobre a brecha.

(2) A seguir, é baixada ou deslizada até a posição, e a seguinte é lançada.

(3) Finalmente, acrescentam-se os contraventamentos, as travessas, os estrados de vigas e os pranchões (de equipagem ou improvisados).

d. Processos de lançamento

(1) As vigas de treliças simples podem ser lançadas com cábreas ou cabo aéreo.

(2) As vigas de treliças múltiplas podem ser lançadas por um dos seguintes processos:

(a) Com uso de contrapeso.

(b) Com nariz de lançamento.

(c) Com emprego de cábrea e talha de retenção.

(d) Com utilização de cabo aéreo.

e. Turmas de trabalho — em princípio, divide-se a equipe de trabalho em diversas turmas de efetivo proporcional ao comprimento da viga a ser lançada.

(1) Durante a montagem, é conveniente dividir a equipe, em turmas de painel, de pino e de contraventamento.

(2) Durante o lançamento a equipe é unificada para ser redividida logo após em turma de contraventamento, de travessa e de tabuleiro.

Digitalizado com CamScanner

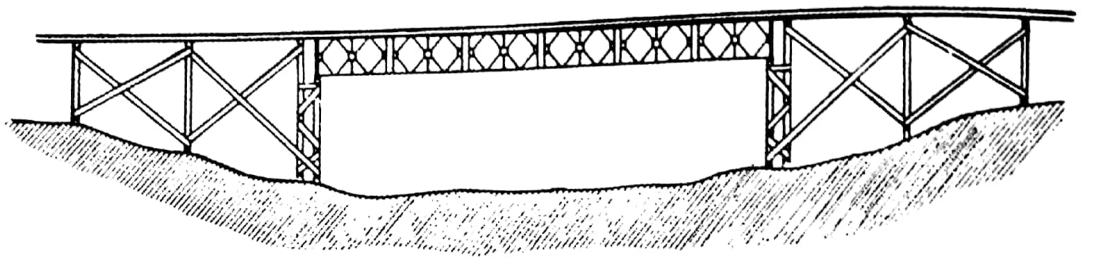


Fig 20-1. Ponte de tabuleiro superior tipo plataforma

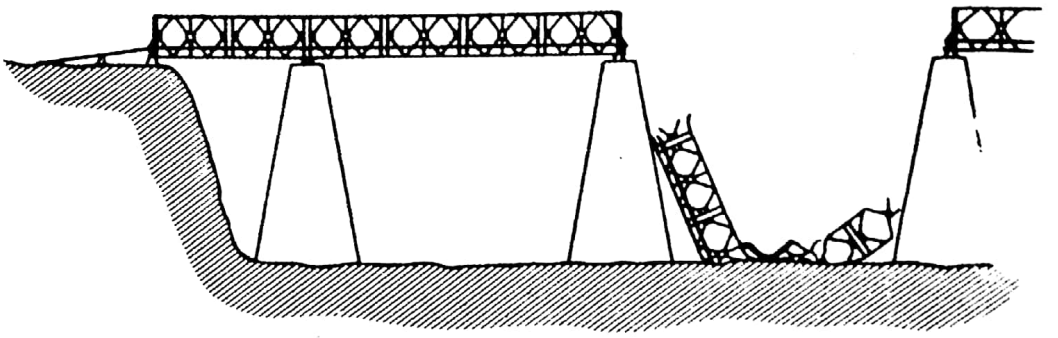


Fig 20-2. Ponte descontínua, semi-demolida. Pilares com largura apropriada para receber novo lance. Estrutura com largura insuficiente para permitir o lançamento pelo processo normal

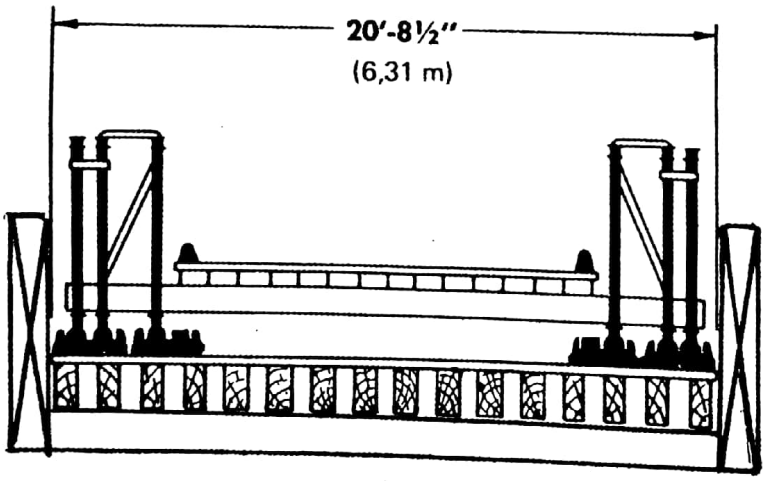


Fig 20-3. Ponte de tabuleiro inferior de emprego civil. Largura necessária para permitir o lançamento pelo processo normal

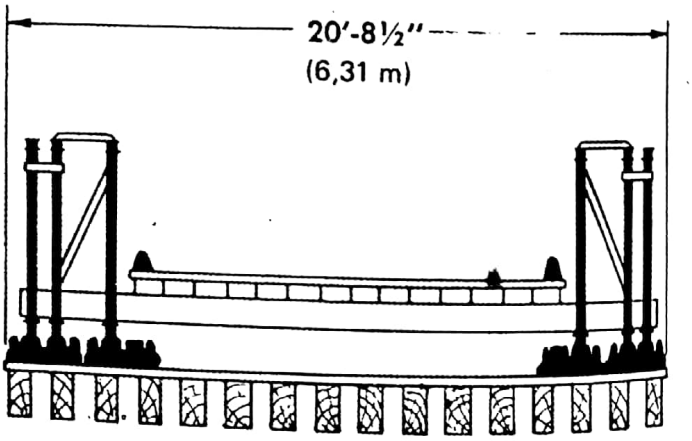
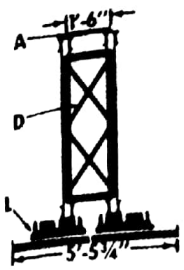


Fig 20-4. Ponte de tabuleiro superior tipo plataforma. Largura necessária para permitir o lançamento pelo processo normal

Fig 20-5. Lance misto em local sujeito a marés. Material de expediente

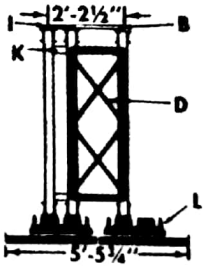
Digitalizado com CamScanner

1 – Treliça dupla
1'-6" (0,457 m)



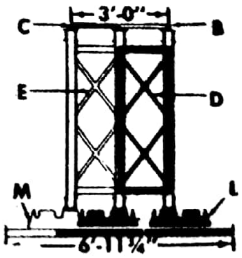
(1,670 m)

2 – Treliça tripla
2'-2 1/2" (0,673 m)



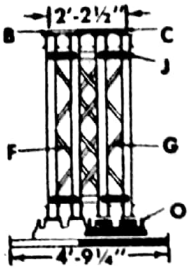
(1,670 m)

3 – Treliça tripla
3'-0" (0,914 m)



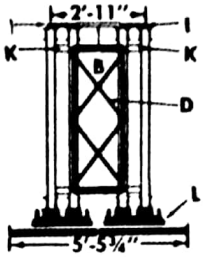
(2,127 m)

4 – Treliça quádrupla
2'-2 1/2" (0,673 m)



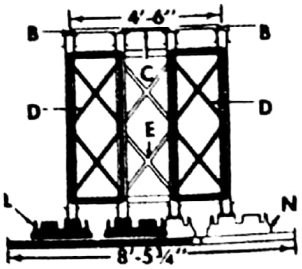
(1,454 m)

5 – Treliça quádrupla
2'-11' (0,890 m)



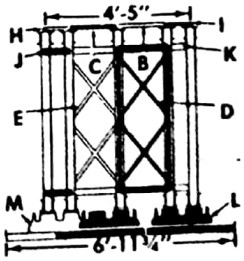
(1,670 m)

6 – Treliça quádrupla
4'-6" (1,372 m)



(2,584 m)

7 – Treliça quíntupla
4'-5" (1,346 m)



(2,127 m)

Quadro de contraventamento

A – No topo do painel
B – No topo dos painéis pares
C – No topo dos painéis ímpares
D – Na frente de cada painel
E – No final de cada painel
F – No final dos painéis pares
G – No final dos painéis ímpares

Chapas de ligação

H – No topo dos painéis pares
I – No topo dos painéis ímpares
J – Na frente de cada painel
K – No final de cada painel

Roletes de montagem

L – Dois roletes sobre sapatas topo-a-topo
M – Terceira sapata e respectivo rolete atrás do primeiro par
N – Segundo par de sapatas e respectivos roletes atrás do primeiro
O – Duas sapatas com respectivos roletes defasados um após outro.

Fig 20-6. Perfis das diversas vigas. Posição dos roletes de montagem

Digitalizado com CamScanner

f. Inconvenientes

(1) O processo de lançamento por vigas sucessivas consome maior tempo que o normal.

(2) A viga simples deve ser sempre lançada com um único andar. Caso necessário, após o lançamento, acrescentam-se os demais.

(3) Embora os quadros de contraventamento evitem o tombamento e proporcionem rigidez às vigas de treliças múltiplas, as de maior comprimento apresentam certa instabilidade se lançadas sem nariz ou contrapeso.

(4) Para evitar o empenamento da viga, há necessidade de colocar roletes de montagem sob todas as treliças, para suportá-la em toda a extensão.

20-2. DISPOSIÇÃO DOS ROLETES

a. Conjuntos de roletes

(1) Os roletes de montagem são usados em conjuntos sob a viga, para que cada treliça descanse sobre um deles. Em alguns casos, os roletes de montagem devem ser defasados para que se possa evitar superposição. A Figura 20-6 mostra a disposição dos roletes de montagem, em conjuntos, sob a viga.

(2) Quando as treliças são ligadas por quadros de contraventamento, é possível colocar um rolete de lançamento sob cada uma delas. Entretanto, como ocorre que as treliças externas são unidas por chapas de ligação, é impossível dispor três roletes lado a lado. Neste caso, coloca-se o rolete sob a treliça mais interna e retiram-se as guias (Fig 20-7).

(3) Nas vigas de quatro treliças, os roletes de lançamento ficam sob as treliças externas, como mostra a Figura 20-8.

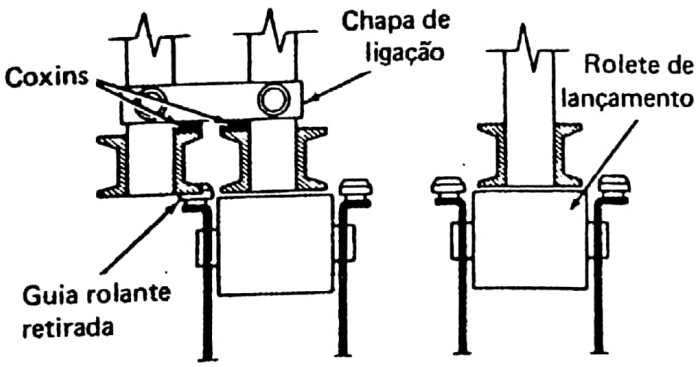


Fig 20-7. Disposição dos roletes de lançamento sob uma viga tripla. Nota-se que as guias rolantes foram removidas e soldaram-se coxins entre as flanges e a chapa de ligação para contraventar a treliça externa

b. Espaçamento dos roletes

(1) Os roletes de lançamento são dispostos no limite da brecha, e, os de montagem, a cerca de 7,62 m (25') de intervalo, ao longo da viga (Fig 20-8). Nas vigas

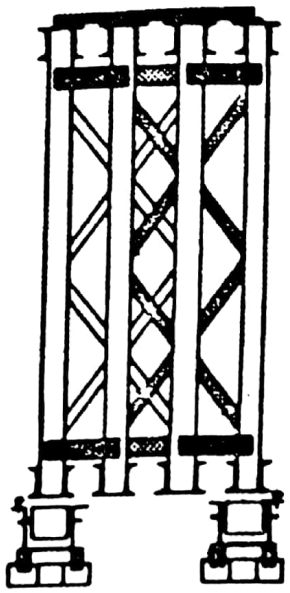


Fig 20-8. Disposição dos roletes de lançamento sob uma viga quádrupla

de treliças duplas é possível empregar somente roletes de montagem.

(2) Pelo método de lançamento com nariz ou contrapeso, a viga é lançada ao lado e no limite da ponte existente (Fig 20-10 e 20-11). Simultaneamente, o mesmo deverá ocorrer ao lado da viga anterior. Os roletes são colocados da forma já preconizada.

(3) Caso se lance a viga com auxílio de uma cábrea e cabo de retenção, ou de duas cábreas ou ainda de um cabo aéreo, os roletes são assentados ao longo do eixo central da ponte, onde a viga é montada.

(4) Lançamento a partir de uma ponte de painéis.

(a) Todos os roletes de montagem são colocados diretamente sobre travessas para evitar sobretensões nos estrados de vigas de tabuleiro (Fig 20-9).

(b) Os roletes de lançamento são, de preferência, colocados sobre apoios, diretamente no pilar; caso isto não seja possível, são assentados no tabuleiro da ponte diretamente sobre a travessa da extremidade.

(c) Se o peso de lançamento for maior que 12,7 t (14 toneladas curtas), empregam-se duas travessas sob os roletes de lançamento, se for superior a 25,4 t (28 toneladas curtas), colocam-se calços sob o centro das travessas da extremidade.

20-3. MONTAGEM DAS VIGAS

a. A viga pode constituir-se de duas a cinco treliças (Fig 20-6).

b. As vigas com várias treliças são ligadas em todos os lugares possíveis com quadros de contraventamento e chapas de ligação, respectivamente, nas mesas superiores e

Digitalizado com CamScanner

nas extremidades dos painéis. Todos os parafusos das chapas de ligação devem ser apertados e, para evitar que a treliças externa se desarticule, quando a extremidade da viga estiver sobre a brecha, colocam-se as chapas de ligação com coxins soldados (Fig 20-7). Quando a treliça externa for espaçada de 216 mm (8 1/2") da interna, os pinos de painel que ligam o nariz à viga principal são inseridos pelo lado interno, para que se possa desmontar o nariz depois do lançamento. Em todos os demais casos, tanto na viga principal como no nariz, os pinos são inseridos pelo lado externo, na direção do eixo central da ponte.

c. Quando possível, os postes terminais da seção final nº 1 são colocados antes do lançamento; tal não ocorre quando se opera com o nariz de lançamento. Neste caso, os postes terminais são colocados após o lançamento da viga. Por sua vez, os postes terminais da seção final nº 2 são colocados quando a viga estiver em condições de abaixamento.

d. A Tabela 20-1 relaciona e permite calcular as peças necessárias para a montagem dos vários tipos de vigas.

20-4. LANÇAMENTO DAS VIGAS

a. Processo de contrapeso (Fig 20-10)

(1) Acrescenta-se um contrapeso à seção final da viga, à medida que é empurrada sobre roletes através da brecha. As vigas mais compridas podem ser mantidas no alinhamento pela utilização de guias laterais e de um guincho tracionante, colocado no pilar de segunda margem. Após atravessar a brecha, a seção final nº 2 desce sobre o rolete da segunda margem ou sobre o pilar oposto, fixo ou flutuante. O contrapeso é então removido, os postes terminais colocados, os roletes retirados e a viga abaixada sobre o apoio ou berço.

(2) O peso de lançamento das vigas pode ser contrabalançado pela criação de contrapeso na última seção da cauda ou construindo-se a viga de comprimento igual a duas vezes o do vão a ser atravessado, de modo que tal cauda venha a contrabalançar o peso da parte útil da estrutura. A Tabela 20-2 relaciona os contrapesos necessários para contrabalançar os pesos de lançamento dos diversos vãos e tipos de vigas de treliça. Caso se venha a empregar cauda igual ao comprimento do lance, pode-se proceder à sua recuperação, desligando-a da viga lançada e passando-a para a seguinte.

(3) O processo do contrapeso é útil quando as condições locais da segunda margem impedem o uso, a remoção ou a colocação do nariz de lançamento ou a reação de uma cábrea ou cabo aéreo, acrescentando-se, ainda, que o lançamento de vigas das pontes tipo plataforma permite o tombamento da seção final nº 2, diretamente sobre o pilar, sem necessidade de macacos para o abaixamento.

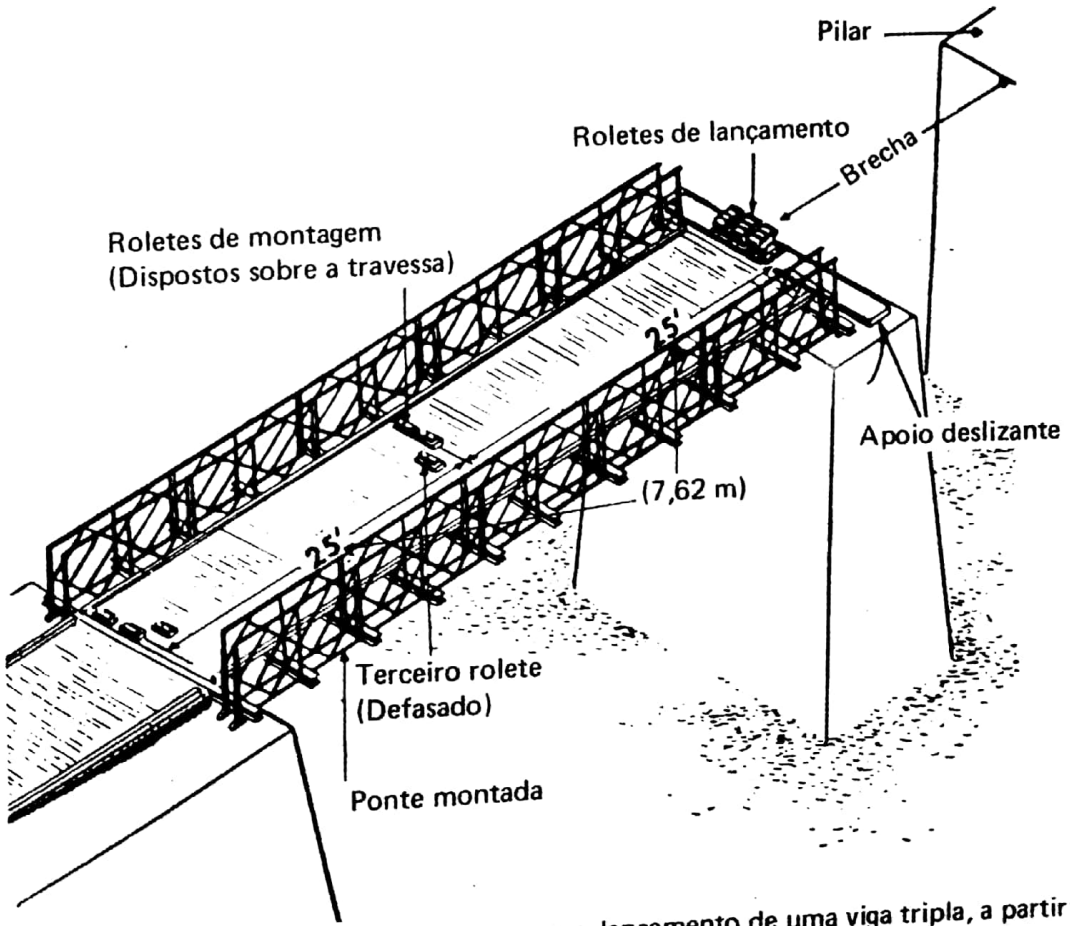


Fig 20-9. Disposição dos roletes de montagem para o lançamento de uma viga tripla, a partir de uma ponte montada

Digitalizado com CamScanner

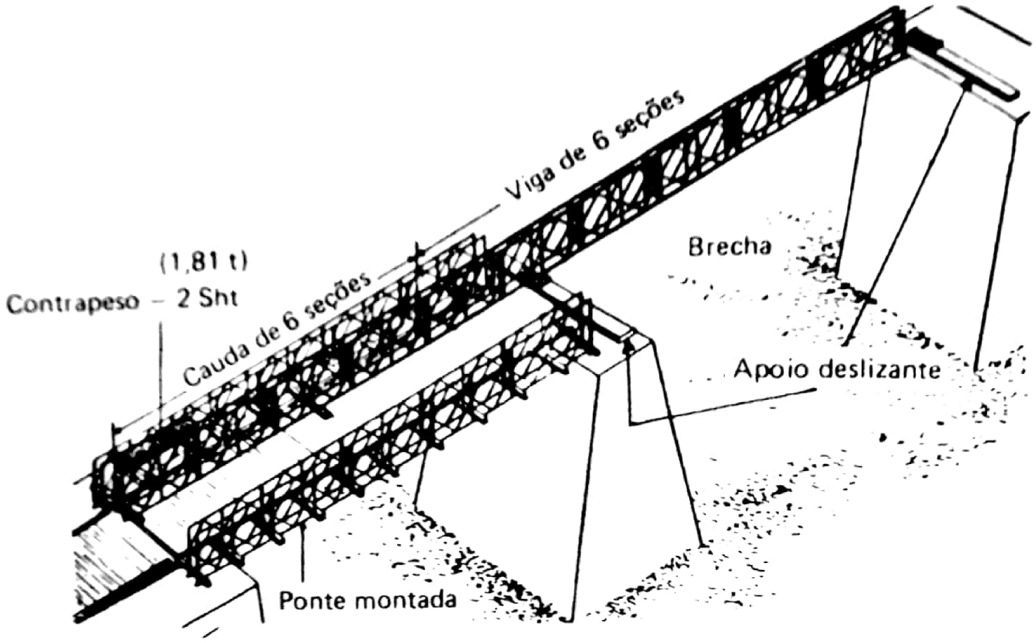


Fig 20-10. Lançamento de uma viga com contrapeso. A Tabela 20-2 fornece o comprimento da cauda e o contrapeso necessário nos diversos vãos

b. Processo do nariz de lançamento

(1) Podem-se lançar vigas sucessivas pelo processo normal de lançamento de pontes, em balanço com nariz de lançamento e mesmo recorrer a engates de elevação para compensar o abaixamento, caso necessário.

(a) Durante a operação, as vigas são montadas sobre os roletes, alinhadas por guias laterais e tracionadas por um guincho.

(b) Atravessando a brecha, o nariz desce nos roletes da segunda margem, é desligado da estrutura e recebe postes. Após, os roletes são retirados e a viga desce aos apoios.

(2) É impossível lançar vigas de uma única treliça pelo presente processo; a Tabela 20-3 relaciona os tipos e os comprimentos dos narizes apropriados ao lançamento das vigas de treliças múltiplas.

(3) No lançamento de vigas de treliça triplas, com nariz de treliça dupla, procede-se à desmontagem de seção por seção do nariz, à medida que elas ultrapassam o rolete de segunda margem. Procedendo-se de maneira diferente, o nariz pode empenar a viga, ocasionando o colapso da estrutura. O processo de lançamento acima descrito deve ser empregado na montagem de vigas mais longas, onde o abaixamento é apreciável e também para as vigas pesadas demais para uma cábrea ou um cabo elevado.

c. Processo de cábrea e talha de sustentação (Fig 20-12)

(1) Ergue-se uma cábrea, na segunda margem ou no pilar, liga-se uma talha da cábrea à seção final nº 1 da viga e estende-se o cabo de içamento até o guincho de uma viatura, na ponte ou na margem, passando por uma roldana situada numa das treliças da ponte. Nas vigas mais longas e pesadas, fixam-se cabos-guia em ambos os lados da sua seção central, acionados por guinchos de viaturas postas a montante e a jusante da ponte. A viga é montada sobre roletes na primeira margem e contida por talhas na extremidade posterior.

(a) Caso se empregue guindaste para erguer a extremidade da viga, impõe-se passar o cabo do guincho pela mesa superior da última seção para mantê-la na vertical e erguê-la do berço.

(b) Uma vez posto a funcionar, o guincho puxa a viga através da brecha; o guindaste desloca-se para a frente com a viga, mantendo o cabo de retenção estirado para evitar movimentos bruscos.

(c) Quando a viga ultrapassar o seu ponto de equilíbrio, pode-se incliná-la de um décimo de seu comprimento para reduzir a tensão na talha, e, quando ela estiver dentro da brecha, a cábrea e o guindaste colocam-na diretamente sobre os berços.

(2) Quando não houver disponibilidade de guindaste, pode-se utilizar uma cábrea em cada margem cujos cabos são ligados à extremidade dianteira da viga, que é puxada sobre a brecha, tracionando-se o cabo de segunda margem e afrouxando-se o da primeira.

— Quando a extremidade dianteira da viga estiver sobre a segunda margem, o cabo da cábrea de primeira margem é transferido, da extremidade dianteira para a posterior da viga, que, afinal, baixa sobre o berço.

(3) Este processo é melhor para vãos pequenos uma vez que as vigas compridas e pesadas são difíceis de

Digitalizado com CamScanner

manejar. Outrossim, implica em economia de peças, porque elimina a necessidade de nariz de lançamento ou de contrapeso.

— Como complemento à operação anterior, a cábrea e o guindaste podem ser usados para transportar travessas e estrados de vigas, até sua posição definitiva (Ver Parágrafo 20-7, letra a., nº 2).

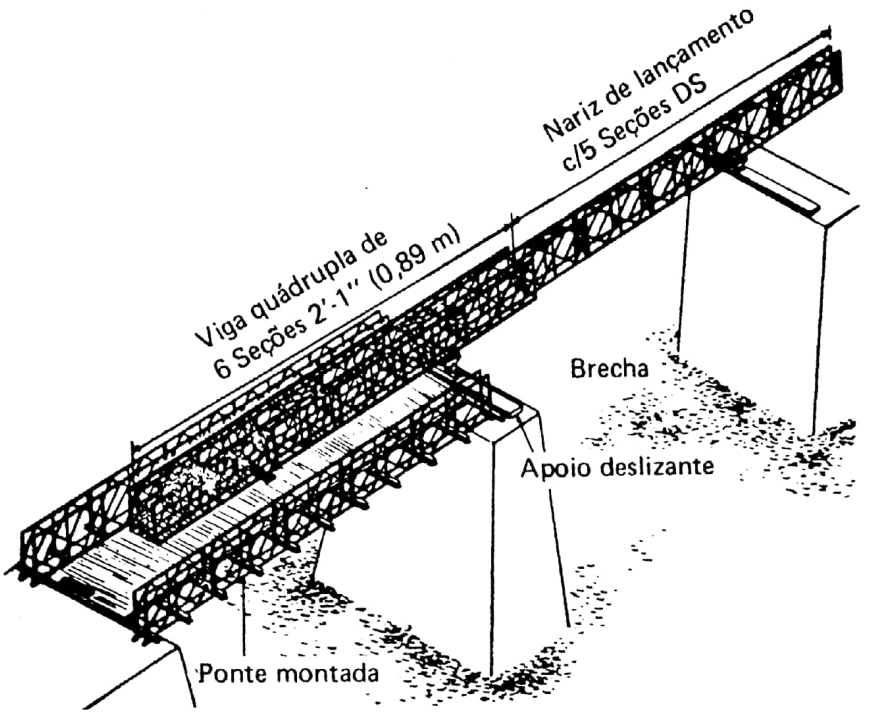


Fig 20-11. Lançamento de uma viga quádrupla com nariz de lançamento. A Tabela 20-3 fornece o comprimento do nariz segundo diversos vãos

d. Processo direto

(1) Monta-se a viga no terreno ao lado dos pilares; dois guindastes ou cábreas erguem-se aos seus lugares.

(a) No caso de cursos d'água, a viga pode ser montada sobre uniflotes e posta a navegar até os pilares, para então ser erguida ao lugar por meio de guindastes embarcados em portadas de uniflotes ou sobre os próprios pilares.

(b) Caso os pilares sejam suficientemente baixos para permitir que a viga navegue até o seu lugar sobre os berços, basta bombear água para dentro dos uniflotes, até que ela ocupe sua posição definitiva.

(2) A capacidade do guindaste limita o comprimento das vigas que podem ser lançadas por este método; se forem curtas e leves, apenas um guindaste é suficiente.

e. Processo do cabo aéreo (Fig 20-13)

(1) Um cabo aéreo de capacidade adequada é armado através da brecha, ao longo do eixo central da ponte. A viga é suspensa pelo cabo, puxada sobre a brecha e baixadas nos berços. Os transportadores de roldanas no cabo elevado são ligados a amarras, que por sua vez se prendem à viga em suas quartas partes, aproximadamente.

(a) Antes de ser conduzida pelo cabo aéreo, a viga deve ser rolada no lance em que foi montada, até atingir o ponto de equilíbrio.

(b) Para controlá-la, durante o lançamento, utilizam-se cabos-guias na primeira e segunda margem.

(2) Este processo é útil para o lançamento de pontes tipo plataforma, nas quais a viga tem que ser baixada de uma considerável altura até os respectivos berços.

(a) Complementarmente, o cabo elevado pode ser usado para transportar as travessas, sistema de tabuleiro, os cavaletes ou pilares, quando empregados no acesso.

(b) O processo elimina a necessidade de nariz de lançamento e contrapeso.

(c) Pela capacidade dos cabos aéreos, o método limita-se ao lançamento das vigas de treliça simples ou dupla.

(d) A Tabela 20-4 relaciona os pesos de vários comprimentos de vigas.

Digitalizado com CamScanner

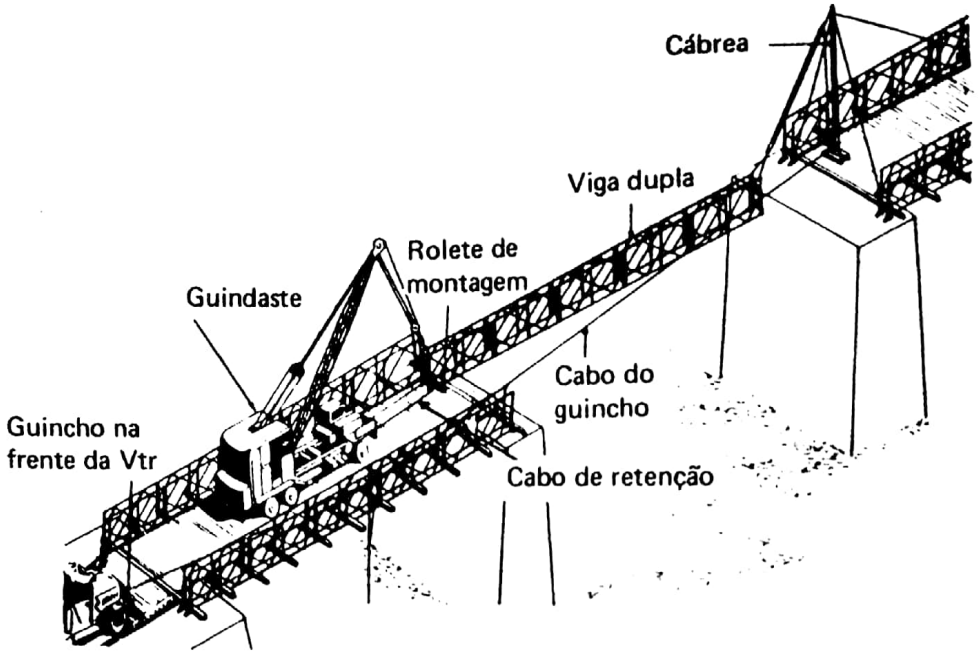


Fig 20-12. Lançamento de uma viga com auxílio de uma cábrea e guindaste

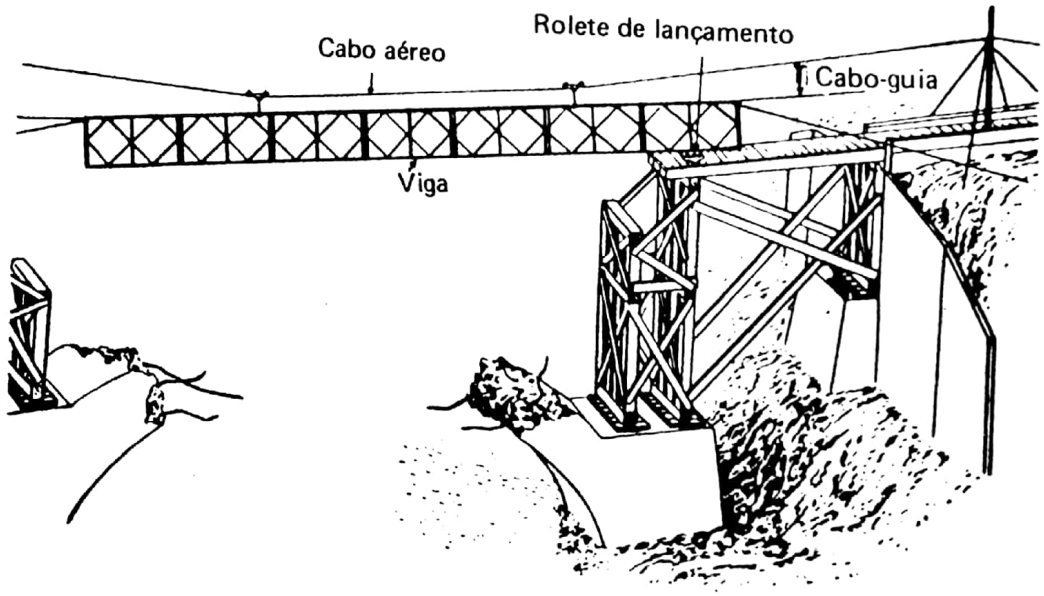


Fig 20-13. Lançamento de uma viga com auxílio de um cabo aéreo

20-5. ABAIXAMENTO DA PONTE

a. As vigas são abaixadas ou por meio de macacos sob cada poste terminal ou sob uma viga de equilíbrio suportando a mesa inferior (Fig 20-14); os macacos devem ser operados em conjunto, de maneira que a viga seja abaixada uniformemente.

b. Durante o abaixamento, a viga deve ser guiada para se evitar o seu tombamento; na etapa final do processo, coloca-se a viga de equilíbrio sob a mesa inferior, como mostra a Figura 20-14.

(1) Colocam-se calços sob as mesas inferiores ou sob a viga de equilíbrio, para se evitar a queda da estrutura, caso escape dos macacos.

Digitalizado com CamScanner

(2) Se for grande o espaço a percorrer pela estrutura, ao ser baixada, a viga é arriada em etapas sucessivas.

c. Quando houver disponibilidade de guindaste ou uma cábrea em cada extremidade da ponte, as vigas são abaixadas diretamente sobre os berços.

20-6. ARRASTAMENTO E ESQUADRIAMENTO DA VIGA EM POSIÇÃO

a. Após o lançamento, a viga é colocada em sua posição por meio de um guindaste, ou então arrastada, por meio de alavancas, sobre as vigas de apoio engraxadas.

b. Como vigas de apoio, é preferível utilizar os estrados de viga. Porém, nada impede o emprego de vigas duplo T ou de madeira.

c. Depois que a primeira viga estiver alinhada com a ponte existente, a segunda viga é esquadriada com a primeira. Se as treliças não puderem ser lançadas na direção longitudinal sem os roletes, estes deverão ser recolocados após o deslocamento.

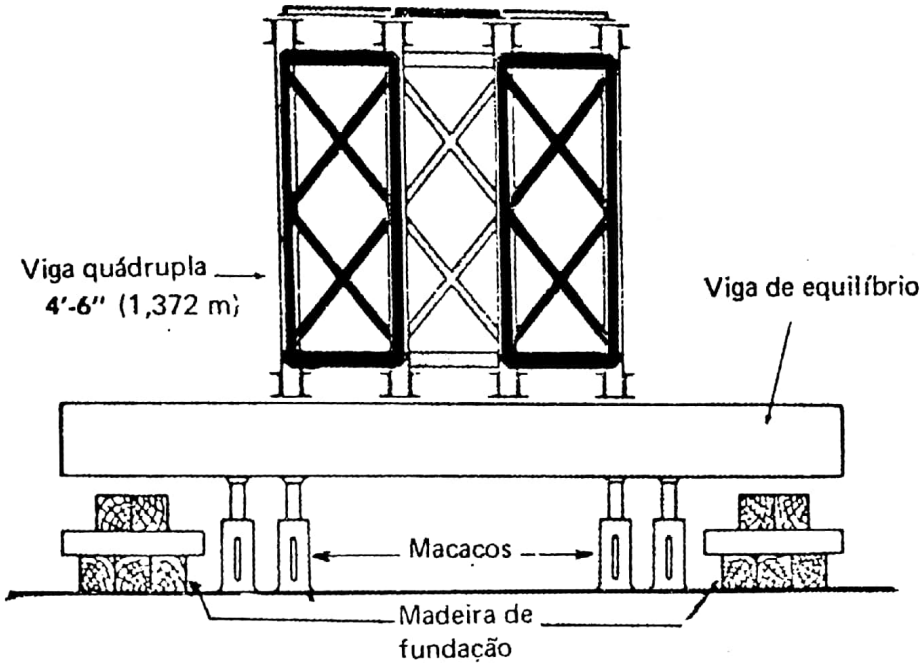


Fig 20-14. Disposição dos macacos sob uma viga quádrupla com viga de equilíbrio

20-7. ACABAMENTO DA PONTE

a. Montagem da ponte normal — a ponte é completada seção por seção trabalhando-se a partir da primeira margem, na seguinte seqüência:

(1) Inserir contraventamentos diagonais na primeira seção com os tensores no mesmo lado dos da ponte; não apertá-los.

(2) Colocar as travessas na primeira seção; o guindaste e a cábrea, na segunda margem, podem ser empregados para transportar as travessas, que, por outro lado, podem ser colocadas a braço.

(a) No processo de transporte, um cabo da cábrea, na segunda margem, e o do guindaste, na primeira, são ligados à travessa, que é então erguida e colocada no lugar, tracionando-se o cabo da cábrea e afrouxando-se o do guindaste; utiliza-se um cabo guia para orientar a travessa.

(b) Quando manejadas a braço, as travessas são empurradas para fora das treliças e penduradas, até a posição, com a ajuda de cabos fixados às mesas superiores.

(c) A ajustagem das travessas é difícil a princípio, mas vai se tornando mais fácil à medida que as seções vão se completando.

(3) Colocar os estrados de vigas na primeira seção.

(4) Retirar os quadros de contraventamento verticais e colocar as escoras; não apertá-las.

(5) Repetir os procedimentos acima para instalar os contraventamentos diagonais, as travessas, os estrados de vigas e as escoras na segunda seção.

(6) Depois que os quadros de contraventamento estiverem colocados na segunda seção, apertam-se todos os contraventamentos da primeira e estendem-se os pranchões e rodapés.

(7) Os complementos das demais seções são adicionados da mesma maneira.

(8) Instalam-se as rampas.

b. Montagem das pontes tipo plataforma — são complementadas ou com o sistema de tabuleiro da equipagem ou com madeiramento improvisado. Os pormenores sobre as pontes tipo plataforma encontram-se nos Capítulos 14 e 15.

Digitalizado com CamScanner

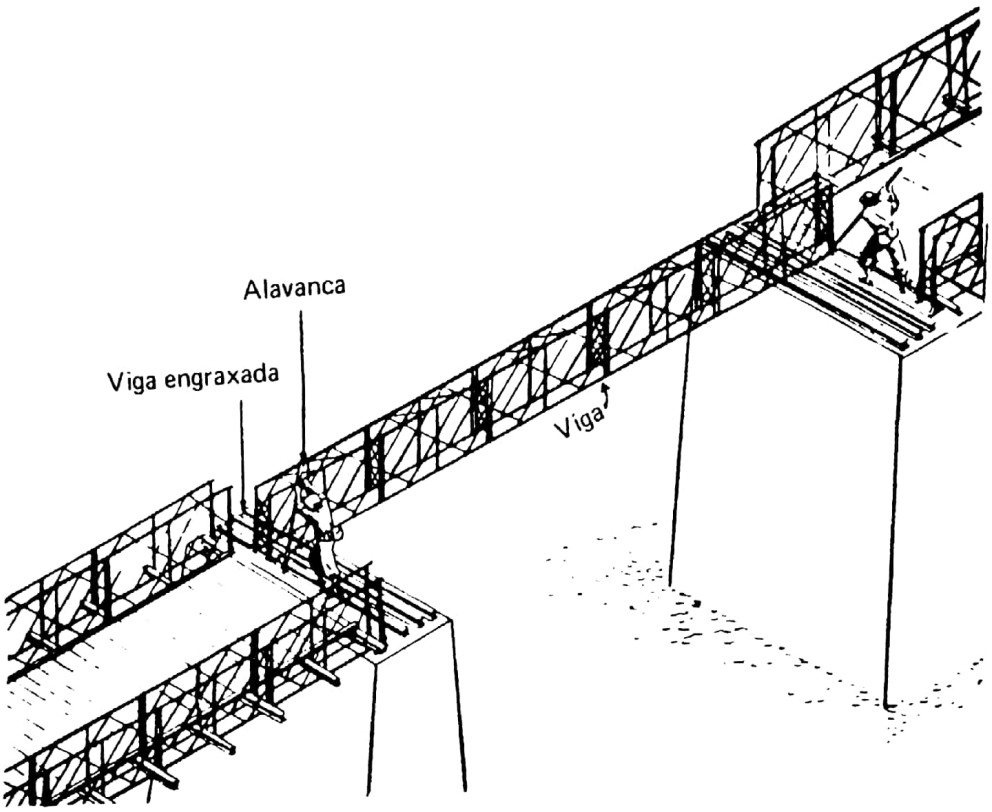


Fig 20-15. Aplicação de alavancas para colocação da viga na posição definitiva

Digitalizado com CamScanner

Tab 20-1. Peças necessárias para a montagem das vigas treliçadas

Item	Número de treliças	Número de peças por duas seções													
		1	2		3		3		4		4		4		5	
	Distância das treliças externas		Pés/Pol	Metros	Pés/Pol	Metros	Pés/Pol	Metros	Pés/Pol	Metros	Pés/Pol	Metros	Pés/Pol	Metros	Pés/Pol	Metros
			1'-6"	0,457 m	2'-21/2"	0,673 m	3'-0"	0,914 m	2'-2 1/2"	0,673 m	2'-11"	0,890 m	4'-6"	1,372 m	4'-5"	1,346 m
Parafuso de contraventamento			16(2)		24		24		32(4)		36		36(2)		48	
Quadro de contraventamento			4(2)		3(3)		6		4(4)		3(3)		9(2)		6	
Painel	2		4		6		6		8		8		8		10	
Pino de painel (1)	4		8		12		12		16		16		16		20	
Chapa de ligação			----------		6		----------		8		12		----------		12	
Poste terminal		Acrescentar dois postes terminais em cada treliça.														

OBSERVAÇÕES: (1) Acrescentar dois pinos de painel na extremidade de cada treliça.

(2) Acrescentar um quadro e quatro parafusos de contraventamento na última seção.

(3) Acrescentar um quadro de contraventamento na última seção.

(4) Retirar um quadro e quatro parafusos de contraventamento da última seção.

Digitalizado com CamScanner

Tab 20-2. Contrapeso necessário para as vigas de treliças, segundo seus tipos, nos diversos vãos

VÃO (1)		Nº de seções da cauda	Contrapeso (2)		Peso total dos roletes de lançamento	
Pés	Metros		Sn ton	ton métricas	Sh ton	ton métricas
Viga dupla e cauda — Fig 20-6 (1)						
40	12,20	3	1.1	1,00	5.6	5,10
50	15,24	3	2.3	2,10	7.5	6,80
60	18,30	4	2.0	1,81	8.6	7,80
70	21,34	4	3.5	3,18	10.4	9,43
80	24,38	5	3.0	2,72	11.4	10,34
90	27,43	5	4.2	3,81	13.3	12,07
Viga tripla e cauda — Fig 20-6 (2)						
40	12,20	3	1.6	1,45	8.3	7,53
50	15,24	3	3.3	3,00	10.9	9,90
60	18,30	4	2.9	2,63	12.4	11,25
70	21,34	4	4.8	4,35	15.1	13,70
80 (3)	24,38	5	4.4	4,00	16.5 (3)	14,97
90 (3)	27,43	5	6.2	5,62	19.3 (3)	17,51
Viga tripla — Fig 20-6 (3)						
40	12,20	3	1.7	1,54	8.5	7,71
50	15,24	3	3.5	3,18	11.3	10,25
60	18,30	4	3.0	2,72	12.7	11,52
70	21,34	4	4.9	4,45	15.6	14,15
80	24,38	5	4.4	4,00	17.0	15,42
90	27,43	5	6.3	5,72	19.9	18,05
Viga quádrupla — Fig 20-6 (4)						
40	12,20	3	2.1	1,90	11.0	9,98
50	15,24	3	4.5	4,08	14.7	13,34
60	18,30	4	3.9	3,54	16.5	14,97
70	21,34	4	6.4	5,80	20.3	18,42
80	24,38	5	5.9	5,35	22.2	20,14
90	27,43	5	8.2	7,44	25.8	23,40
Viga quádrupla — Fig 20-6 (5)						
40	12,20	3	2.1	1,90	11.0	9,98
50	15,24	3	4.4	4,00	14.4	13,06
60	18,30	4	4.0	3,63	16.5	14,97
70	21,34	4	6.3	5,72	20.1	18,23
90	27,43	5	8.2	7,44	25.7	23,31
80	24,38	5	5.8	5,26	22.0	19,96
Viga quádrupla — Fig 20-6 (6)						
40	12,20	3	2.2	2,00	11.4	10,34
50	15,24	3	4.6	4,17	15.1	13,70
60	18,30	4	4.1	3,72	17.2	15,60
70	21,34	4	6.6	5,99	21.0	19,05
80	24,38	5	6.1	5,53	23.0	20,86
90	27,43	5	8.5	7,71	26.7	24,22
Viga quíntupla — Fig 20-6 (7)						
40	12,20	3	2.7	2,50	13.9	12,61
50	15,24	3	5.6	5,08	18.4	16,70
60	18,30	4	5.0	4,54	20.8	18,87
70	21,34	4	8.0	7,26	25.5	23,13
80	24,38	5	7.4	6,71	28.0	25,40
90	27,43	5	10.3	9,34	32.4	29,40

OBSERVAÇÕES — (1) A falta de estabilidade não permite lançar vãos maiores.
(2) O contrapeso fica na última seção da cauda.
(3) Empregam-se roletes de montagem (um sob cada treliça).

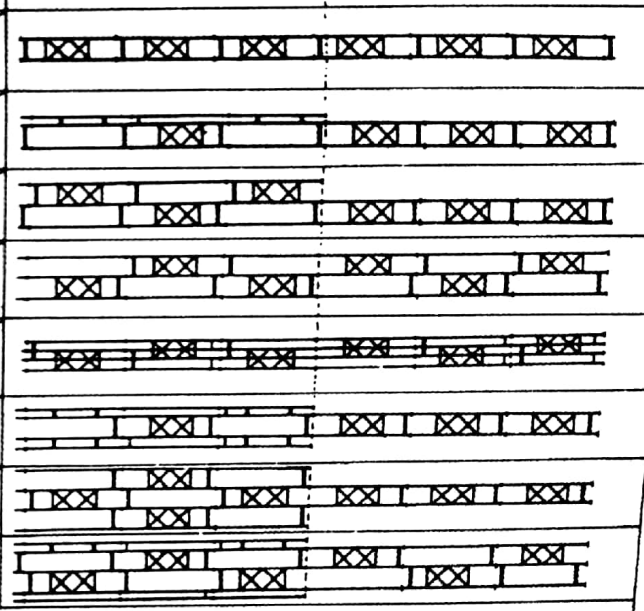
Digitalizado com CamScanner

Tab 20-3. Composição do nariz e peso de lançamento das vigas de treliças múltiplas

Número de treliças da viga (um andar)	Distância das treliças externas Pés e metros	Número de treliças do nariz (um andar)	N — Número de seções do nariz P — Peso de lançamento em toneladas curtas e toneladas métricas (N / P)							
			VÃO EM PÉS E METROS (1)							
			40	50	60	70	80	90	100	110
			12,20	15,24	18,30	21,34	24,38	27,43	30,48	33,52
Dupla	1'6" (0,457)	DS	4 / 5,0 (4,53)	5 / 6,4 (5,80)	6 / 7,6 (6,90)	7 / 8,8 (8,00)	8 / 10,2 (9,25)	9 / 11,4 (10,34)	– / – –	– / – –
Tripla	2'2 1/2" (0,673)	DS (2)	4 / 6,2 (5,62)	5 / 7,8 (7,10)	6 / 9,3 (8,43)	6 / 10,3 (9,34)	7 / 11,8 (10,70)	8 / 13,4 (12,15)	– / – –	– / – –
Tripla	3'0" (0,914)	DS (2)	4 / 6,3 (5,71)	5 / 8,0 (7,25)	5 / 8,9 (8,10)	6 / 10,5 (9,52)	7 / 12,0 (10,90)	8 / 13,7 (12,43)	– / – –	– / – –
Tripla	3'0" (0,914)	TS	4 / 7,6 (6,90)	5 / 9,6 (8,71)	6 / 11,4 (10,34)	7 / 13,4 (12,15)	8 / 15,2 (13,80)	9 / 17,2 (15,60)	– / – –	– / – –
Quádrupla	2' 2 1/2" (0,673)	QS	4 / 9,9 (8,98)	5 / 12,4 (11,25)	6 / 14,8 (13,42)	7 / 17,3 (15,70)	8 / 19,8 (17,96)	9 / 22,3 (20,23)	10 / 24,8 (22,50)	– / – –
Quádrupla	2'11" (0,890)	DS	3 / 6,8 (6,17)	4 / 8,6 (7,80)	5 / 10,6 (9,62)	6 / 12,4 (11,25)	6 / 13,6 (12,34)	7 / 15,5 (14,06)	8 / 17,4 (15,80)	9 / 19,2 (17,42)
Quádrupla	4'6" (1,372)	DS	3 / 7,0 (6,35)	4 / 8,9 (8,10)	5 / 10,9 (9,89)	6 / 12,8 (11,61)	6 / 14,1 (12,80)	7 / 15,9 (14,42)	8 / 17,9 (16,24)	9 / 19,8 (17,96)
Quíntupla	4'5" (1,346)	TS	4 / 10,0 (9,07)	4 / 11,6 (10,52)	5 / 14,1 (12,80)	6 / 16,6 (15,06)	7 / 19,2 (17,42)	8 / 21,6 (19,60)	8 / 23,2 (21,05)	9 / 25,7 (23,32)

PLANTA BAIXA

VIGA NARIZ



OBSERVAÇÕES — (1) Dada a falta de estabilidade, é impossível lançar, pelo presente método, vãos maiores que os designados.

(2) Desmontam-se as seções do nariz quando ultrapassam os roletes de 2ª margem.

LEGENDA

- Painel
- Quadro de contravento na mesa superior dos painéis
- Quadro de contravento na extremidade dos painéis
- Chapa de ligação na mesa superior dos painéis
- Chapa de ligação na extremidade dos painéis.

Digitalizado com CamScanner

Tab 20-4. Peso das vigas simples e múltiplas

VÃO		PESO Sh/ton / t							
Pés	Metros	Número de treliças	1	2	3	3	4	4	4	5
		Distância das treliças externas (pés/pol) e metros	—	1' 6"	2' 2 1/2"	3' 0"	2' 2 1/2"	2' 11"	4' 6"	4' 5"
			—	0,457 m	0,673 m	0,914 m	0,673 m	0,890 m	1,372 m	1,346 m
30	9,14	—	0,9 / 0,82	1,9 / 1,72	2,8 / 2,54	2,8 / 2,54	3,7 / 3,36	3,7 / 3,36	3,8 / 3,45	4,7 / 4,26
40	12,20	—	1,2 / 1,09	2,5 / 2,27	3,7 / 3,36	3,8 / 3,45	4,9 / 4,45	4,9 / 4,45	5,1 / 4,62	6,2 / 5,62
50	15,24	—	1,5 / 1,36	3,2 / 2,90	4,6 / 4,17	4,8 / 4,35	6,2 / 5,62	6,1 / 5,53	6,4 / 5,80	7,8 / 7,10
60	18,30	—	1,8 / 1,63	3,8 / 3,45	5,5 / 4,99	5,7 / 5,17	7,4 / 6,71	7,4 / 6,71	7,7 / 6,98	9,3 / 8,43
70	21,34	—	2,1 / 1,90	4,4 / 4,00	6,5 / 5,90	6,7 / 6,08	8,7 / 7,90	8,6 / 7,80	9,0 / 8,16	10,9 / 9,89
80	24,38	—	2,4 / 2,18	5,1 / 4,62	7,4 / 6,71	7,6 / 6,90	9,9 / 8,98	9,8 / 8,89	10,3 / 9,34	12,5 / 11,34
90	27,43	—	2,6 / 2,36	5,7 / 5,17	8,3 / 7,53	8,6 / 7,80	11,1 / 10,07	11,1 / 10,07	11,5 / 10,43	14,0 / 12,70
100	30,48	—	2,9 / 2,63	6,4 / 5,80	9,3 / 8,43	9,5 / 8,62	12,4 / 11,25	12,3 / 11,16	12,8 / 11,61	15,6 / 14,15
110	33,52	—	3,2 / 2,90	7,0 / 6,35	10,2 / 9,25	10,5 / 9,52	13,6 / 12,34	13,5 / 12,25	14,10 / 12,80	17,10 / 15,51
120	36,57	—	3,5 / 3,18	7,6 / 6,90	11,1 / 10,07	11,4 / 10,34	14,8 / 13,42	14,7 / 13,34	15,4 / 13,97	18,7 / 16,96

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 21

CONTROLE DE TRÁFEGO

21-1. GUIAS

a. Guias de tráfego — para o controle do tráfego postam-se guias nas cabeceiras das pontes (um ou dois, segundo seu comprimento), cujos deveres são descritos adiante.

(1) Fazer cumprir as restrições de tráfego e barrar a entrada de viaturas pouco seguras.

(2) Determinar a maneira adequada de realizar a travessia das viaturas críticas e barrar a entrada de todas as que tenham o número de classe superior ao fixado para a ponte.

(3) Permitir as travessias com cautela e com perigo apenas quando especificamente autorizadas e na presença de autoridade superior representante do Comandante da Grande Unidade apoiada.

(4) Manter o tráfego de maneira a evitar congestionamentos.

(5) Controlar o fluxo de tráfego alternado, quando necessário, para manter a saída da ponte desimpedida.

(6) Parar o tráfego quando a ponte se danificar.

(7) Manter as viaturas adequadamente distanciadas e dentro das velocidades para o tipo de travessia autorizado.

(8) Auxiliar os motoristas das viaturas mais largas, fornecendo-lhes instruções e sinalização através da ponte.

(9) Manter as sinalizações em condições claras e facilmente reconhecíveis. Isto é particularmente necessário para os montantes dos painéis e a linha central da pista de rolamento, quando pintadas com tinta luminosa.

b. Guias das áreas de manobra — nas áreas de manobra ou nas interseções das vias de aproximação com a estrada principal, postam-se guias que cooperam no controle do tráfego. O pessoal que opera tal missão é, normalmente, oriundo de unidade distinta da que constrói a ponte.

c. Comunicações — nas pontes de vãos consideráveis, os dois guias devem possuir telefone ou rádio para intercomunicação, que, por outro lado, devem se ligar com os das áreas de manobra.

21-2. RESTRIÇÕES DE TRÁFEGO

O Parágrafo 3-1 apresenta as restrições de tráfego para os diversos tipos de travessia. A largura do tabuleiro é normalmente limitada em 3,81 m e as treliças laterais restringem a largura das carrocerias das viaturas; um processo improvisado de emergência para alargar a pista de rolamento a fim de acomodar certas viaturas extra-largas é apresentado no Capítulo 26. Este recurso permite a travessia com cautela sob as restrições ali descritas.

21-3. SINALIZAÇÃO DA PONTE

a. Marcos luminosos — a equipagem de Ponte Bailey contém marcos luminosos imperceptíveis por observação aérea para emprego nas condições de "blackout".

(1) Os marcos luminosos auxiliam os motoristas, mantendo o fluxo de tráfego em condições de segurança. Eles podem ser dispostos na ponte e nas vias de acesso, de várias maneiras diferentes, de acordo com o tipo de acesso, comprimento da ponte e luminosidade do céu.

(2) A Figura 21-1 apresenta uma disposição dos marcos luminosos no acesso e no topo do andar inferior.

b. Pintura

(1) Para aperfeiçoar o fluxo do tráfego noturno e, particularmente, para guiar as viaturas mais largas, pinta-se, com tinta branca ou luminosa, uma faixa de 10 cm no eixo da ponte. Com a mesma tinta, devem ser pintados os rodapés, os postes terminais, os montantes, as mesas dos painéis e as chapas de ligação.

(2) A pintura é importante para orientar as viaturas durante a noite, e, em particular, para orientar as mais largas durante o dia.

Digitalizado com CamScanner

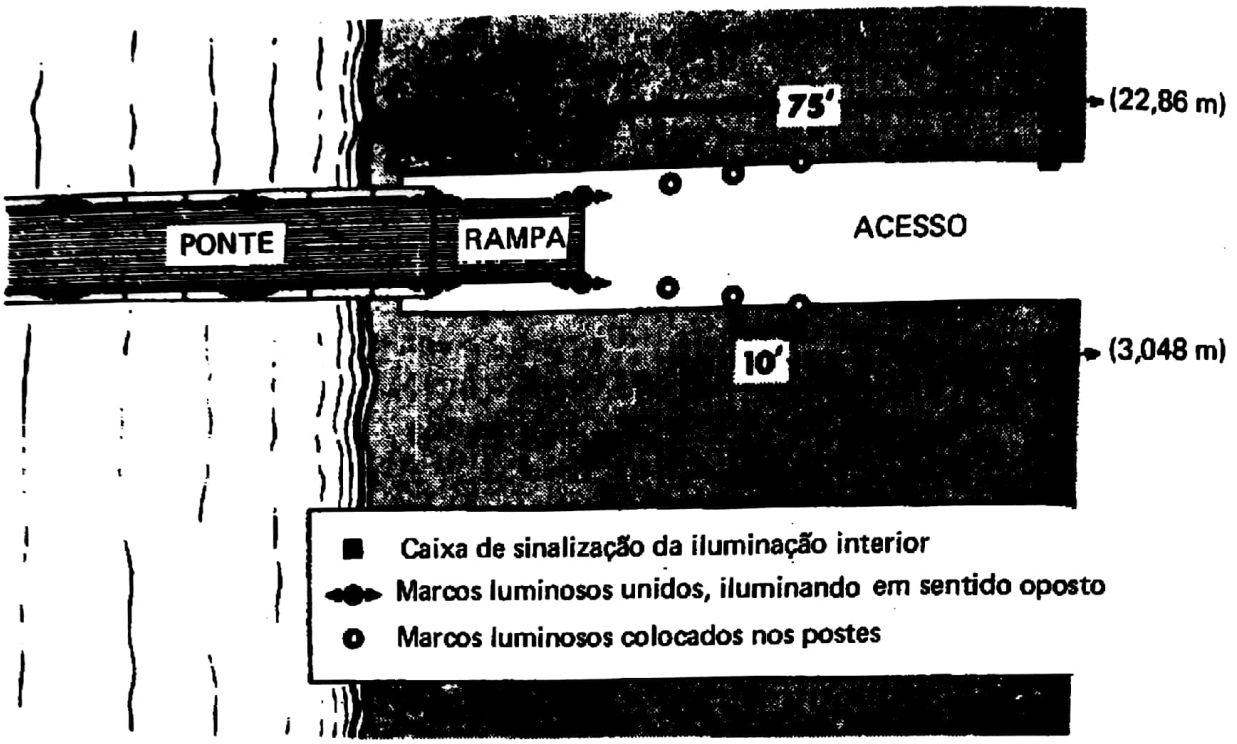


Fig 21-1. Disposição dos marcos luminosos no acesso e na ponte

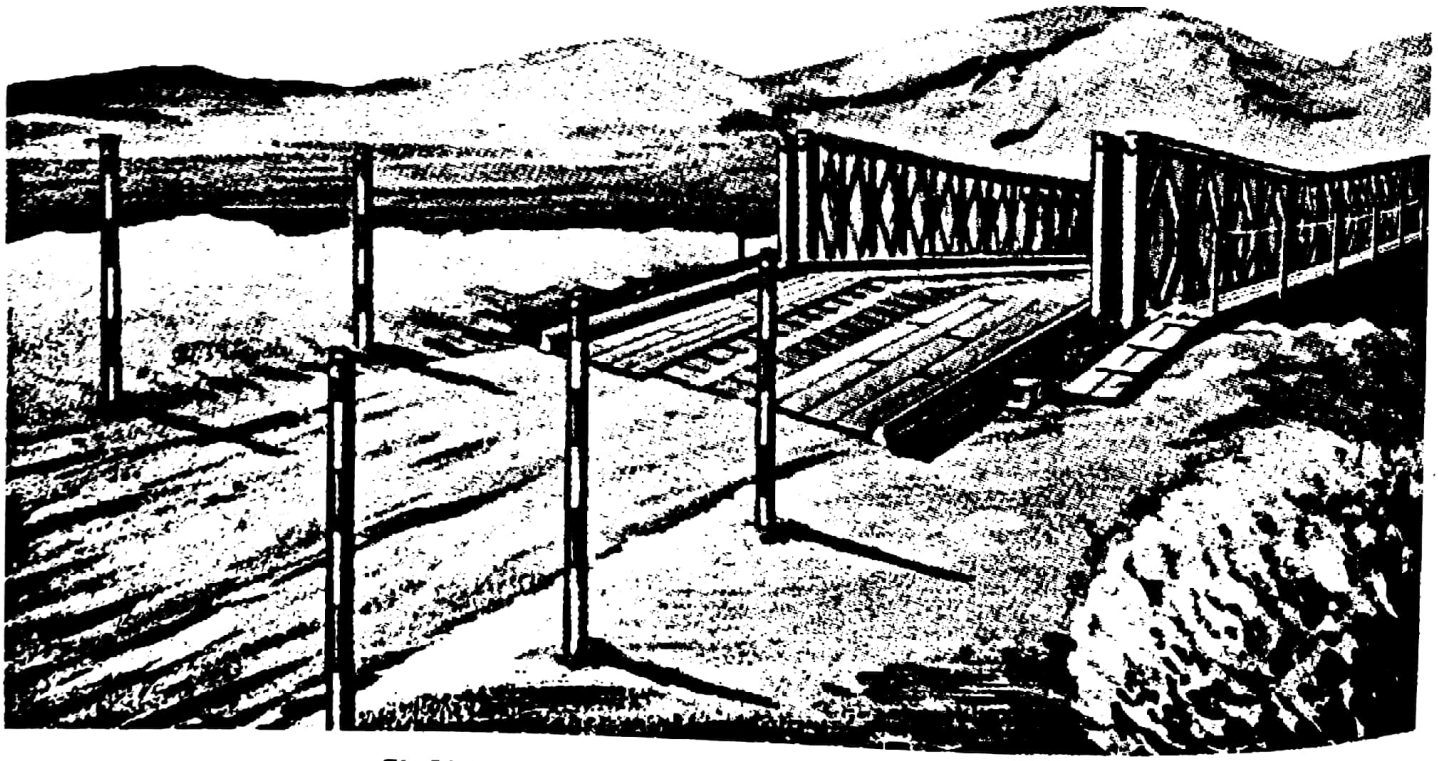


Fig 21-2. Ponte pintada para orientação dos motoristas durante a noite: no eixo e nos postes

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 22

MANUTENÇÃO DA EQUIPAGEM E DAS PONTES

22-1. CUIDADOS COM AS PEÇAS ESTRUTURAIS E COM O MATERIAL DE LANÇAMENTO

a. Peças estruturais — mantê-las limpas e lubrificadas durante o armazenamento e o transporte, da maneira descrita a seguir.

(1) Painéis — engraxar os batentes, mandíbulas, e, particularmente, os orifícios. Os painéis se empenam facilmente quando estocados ou manuseados inadequadamente; deve-se, sempre que possível, estocá-los na posição vertical, apoiados sobre uma das mesas. Se for necessário armazená-los horizontalmente, para maior estabilidade, empilham-se apenas 10 (dez) unidades sobre uma base plana de madeira. Deve-se evitar a colocação dos painéis diretamente sobre o solo.

(2) Quadros de contraventamento, escoras e chapas de ligação — engraxar os guias cônicos.

(3) Postes terminais — engraxar as superfícies de apoio curvas e os orifícios para pinos.

(4) Berços — engraxar os apoios.

(5) Pinos de painel — engraxá-los.

(6) Contraventamentos diagonais — engraxar os tensores e pinos.

(7) Parafusos — engraxá-los inteiramente.

b. Material de lançamento — para evitar oxidação, os roletes de montagem e de lançamento, os macacos, as alavancas de painel, os extratores de pinos e as chaves são mantidos limpos e lubrificados.

c. Lubrificação dos roletes — antes do lançamento da ponte, lubrificam-se os apoios dos roletes de montagem e de lançamento através das graxeiras nas extremidades dos eixos. Observa-se o procedimento abaixo para lubrificar completamente os roletes de montagem.

(1) Retirar a graxa antiga e os detritos acumulados no eixo, em cada extremidade de ambos os roletes.

(2) Calçar os roletes, apertando-se os mesmos contra os apoios externos aonde estão localizadas as graxeiras.

(3) Adicionar graxa até que seja forçada para fora, em volta do eixo, nos apoios internos.

(4) Se a graxa não for expulsa pelo apoio interno de qualquer um dos roletes, desmontar e limpar todo o conjunto.

(5) Após a remontagem do rolete, repetir as etapas (2) e (3).

22-2. TURMAS DE MANUTENÇÃO

a. Constituição

(1) Nas pontes mais importantes, sujeitas à ação do inimigo, a turma de manutenção é composta por toda a guarnição do lançamento.

(2) Para serviços de reparação rotineiros, a turma de manutenção pode constituir-se de 6 (seis) homens; nas áreas de retaguarda, uma turma volante mantém todas as pontes de uma determinada área ou estrada.

b. Deveres da turma de manutenção

(1) Testar toda a ponte após os primeiros 30 minutos de utilização e, depois disto, periodicamente.

(2) Examinar periodicamente as placas-base e as fundações para impedir desnivelamentos ou acomodações, adicionando calços, se necessários.

(3) Testar a firmeza dos apoios sob as travessas da extremidade e sob as rampas.

(4) Assegurar-se de que todos os pinos de segurança dos painéis estejam colocados.

(5) Lubrificar todas as roscas expostas e, ocasionalmente, verter uma pequena quantidade de óleo sobre cada junta de painel, caso a ponte vá permanecer montada por um longo período ou caso a desmontagem venha a processar-se em tempo de geada.

(6) Reparar a superfície de revestimento do tabuleiro e retirar as pedras ou cascalhos das rampas.

(7) Reparar as vias (estradas) de acesso e as valetas de drenagem.

Digitalizado com CamScanner

(8) Verificar a ocorrência de erosões nas cabeceiras, nas fundações, nos acessos e nas valetas.

(9) Substituir os protetores de postes terminais danificados.

c. **Ferramentas** – o ferramental para a manutenção rotineira é o adiante relacionado:

(1) Chave de catraca (apenas p/pontes de andar duplo e triplo)	1
(2) Chave tubular de 1 1/8"	2
(3) Chave de boca de 1 1/8"	2
(4) Chave de boca de 1 7/8"	1
(5) Barra saca-pregos	1
(6) Martelo de unha	1
(7) Nível de carpinteiro	1
(8) Traçador manual	1
(9) Marreta de 2,720 kg (6 libras)	1
(10) Pá de cabo longo	1

d. **Peças sobressalentes**

(1) O cálculo do material deve incluir, aproximadamente, 10 a 25% de sobressalentes de todas as peças, exceto berços, pedestais de rampa, estacas, placas-base, estrados de vigas de rampa e vigota de rodapé.

(2) Para a substituição dos componentes danificados pela ação do inimigo, as peças sobressalentes especificadas, inclusive as excepcionais, são armazenadas no local da ponte após a sua conclusão.

(3) Dependendo da situação tática, os sobressalentes podem ser elevados até 50% nas pontes próximas à linha de contato.

(4) As pontes da zona de retaguarda requerem apenas sobressalentes para o tabuleiro e piso de uso, para substituição do danificado pelo uso normal.

(5) As pontes sujeitas à ação do inimigo devem ter, junto à cabeceira, um conjunto completo de material de lançamento.

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 23

REPARAÇÃO DAS PONTES DANIFICADAS

ARTIGO I

CLASSE DAS PONTES AVARIADAS

23-1. MÉTODO BÁSICO

A classe das pontes danificadas é determinada pela comparação da resistência residual dos membros avariados com o esforço máximo que podem suportar na estrutura.

23-2. CONSEQUÊNCIAS DA LOCALIZAÇÃO DAS AVARIAS

a. Painéis

(1) A modulagem dos painéis em vigas uniformes em todo o seu comprimento resulta que muitas de suas partes constituintes não sejam totalmente solicitadas quando se encontram sob carregamento máximo.

(2) Excetuam-se as mesas das seções centrais, dos montantes e das diagonais das seções finais, que são totalmente solicitadas. Qualquer avaria nestas partes do painel diminui a classe da ponte.

(3) Os montantes e as diagonais das seções centrais, bem como as mesas das seções finais, ligeiramente solicitadas, podem receber avarias consideráveis sem afetar a classe da ponte.

b. Tabuleiro e peças de contraventamento — em virtude de poderem ser facilmente substituídos, os efeitos das avarias no tabuleiro, nas travessas, nos contraventamentos diagonais, nas escoras e nos quadros de contraventamento não são considerados neste capítulo.

23-3. RESISTÊNCIA RESIDUAL DOS MEMBROS DANIFICADOS DO PAINEL

a. Dos montantes e das diagonais — a Tabela 23-1 fornece a resistência residual dos montantes e das diagonais dos painéis expressa como porcentagem da capacidade máxima da seção transversal completa. Os valores se referem tanto aos membros comprimidos, como aos tracionados.

b. Das mesas do painel

(1) As duas vigas "C" que constituem as mesas dos painéis atuam como uma peça única.

(2) A danificação de uma ou de ambas as vigas reduz a capacidade da mesa.

(3) O emprego da Tabela 23-2 permite saber a capacidade residual das mesas danificadas.

(4) Na fileira superior e na coluna da esquerda da Tabela 23-2, estão correlacionados os defeitos possíveis. A interseção mostra a capacidade residual em termos de porcentagem da capacidade de uma peça perfeita.

23-4. DISTRIBUIÇÃO DA FORÇA CORTANTE E DO MOMENTO FLETOR

a. Nas pontes de andar simples — para simplificação do cálculo, admite-se que a força cortante e o momento fletor são igualmente distribuídos por todas as treliças.

b. Nas pontes de andar duplo

(1) Força cortante — a força cortante é igual nos dois andares, exceto nas seções finais, onde o andar inferior suporta 60% do total.

(2) Momento fletor — as mesas (superior e inferior) das pontes de andar duplo fornecem toda a resistência à flexão. As avarias nas mesas intermediárias podem ser desprezadas desde que não reduzam a resistência à força cortante das ligações das partes estruturais.

c. Nas pontes de andar triplo

(1) Força cortante — a força cortante é igual nos três andares das pontes de andar triplo, exceto nas seções finais, onde:

(a) Apenas os andares inferior e médio resistem à força cortante, quando o tabuleiro está no andar inferior.

(b) Apenas os andares médio e superior resistem à força cortante, quando o tabuleiro está no andar superior.

Digitalizado com CamScanner

(2) Momento fletor — o momento fletor nas mesas superior e inferior das pontes de andar triplo é, aproximadamente, três vezes maior que o das mesas intermediárias. Contudo, para simplificar o cálculo, admite-se que as mesas superior e inferior forneçam toda a resistência à flexão. As avarias que causem perda da capacidade menor que 50% nas mesas intermediárias não necessitam ser consideradas. Porém, os casos de avarias de maior extensão devem ser investigados e correlacionados com qualquer outra nas mesas superior e inferior da mesma seção.

23-5. CÁLCULO DA FORÇA CORTANTE E DO MOMENTO FLETOR

a. A Tabela 23-3 fornece a percentagem da capacidade resistente absorvida pela força cortante e pelo momento fletor em cada seção e comprimento de ponte.

b. Os valores tabelados, da força cortante e do momento fletor, devidos à carga permanente (CP) correspondem à percentagem da capacidade resistente da seção (à força cortante e ao momento fletor) absorvida ao suportar a carga permanente da própria ponte. Os valores tabelados, da força cortante e do momento fletor, devidos à carga viva (CV), correspondem à percentagem da capacidade resistente da seção (à força cortante e ao momento fletor) absorvida ao suportar um carro de combate, de peso correspondente à classe da ponte, colocado excentricamente, junto ao rodapé, acrescido de 10% de impacto, deslocando-se até o ponto de máximo efeito, em cada seção.

23-6. AVALIAÇÃO DAS AVARIAS

a. Da ponte — as duas vigas principais de uma ponte são independentes e cada qual deve ser capaz de suportar, pelo menos, a metade da carga total; se uma for danificada, não pode ser auxiliada por qualquer resistência suplementar da outra.

b. Da treliça.

(1) Mesas

(a) Os membros de uma dada seção de ponte, com funções idênticas e atuação solidária, devem ser considerados como uma unidade. Por exemplo: cada viga principal de uma ponte TD consiste em três treliças; se uma mesa de uma treliça for completamente rompida, a construção restante (não danificada) desta ponte é do tipo DD e a capacidade da ponte passa a ser a de uma construção DD de mesmo vão; além disso, se a treliça danificada não for capaz de suportar a si própria, a capacidade da ponte deve ser reduzida da metade do peso da treliça avariada.

(b) Se a mesa de um painel numa ponte SS for completamente seccionada, a capacidade da viga e da ponte reduzem-se a zero.

(2) Partes estruturais — o efeito das avarias nas diagonais e nos montantes depende, parcialmente, das condições das partes adjacentes, como se segue:

(a) Quando ambas as diagonais numa seção vertical de um painel estão seriamente danificadas, a resistência à força cortante do painel nesta seção fica reduzida a 30%, porque passa a ser suportada, apenas, pela flexão nas mesas. Qualquer avaria, nas mesas ou noutra diagonal da mesma metade do painel, anula a resistência à força cortante.

(b) Quando uma das diagonais numa seção vertical for completamente seccionada, a resistência do painel à força cortante nesta seção é reduzida a 50%, porque cada diagonal deve absorver metade dela, uma em compressão e a outra em tração.

(c) A capacidade residual de resistência à força cortante dos painéis com montantes danificados, em percentagem da capacidade da peça perfeita, é apresentada na Tabela 23-4.

c. Partes deformadas — quando uma parte atingida por um projétil for deformada, porém não seccionada, deve-se observar, à medida que as cargas passam sobre a ponte, se a deformação progride. Se isto acontece, a parte afetada deve ser tratada como se estivesse seccionada.

d. Exemplo nº 1

(1) Dado um vão de ponte 27,43 m (90') classe 40, DS, danificado da seguinte maneira:

(a) Caso 1 — na terceira seção a partir de uma extremidade, um flange de viga "C" da mesa inferior do painel está inutilizado.

(b) Caso 2 — na segunda seção a partir de uma extremidade, um flange de viga "C" de uma diagonal do painel está interrompido.

(c) Caso 3 — na seção final, o montante central de um painel está completamente seccionado.

(2) Pedido: Qual é a classe da ponte danificada sem qualquer reparo ou reforço?

(3) Solução.

(a) Caso 1 — pela Tabela 23-2, a resistência residual da mesa avariada é de 60%; como existem duas treliças, a resistência residual da viga é $\frac{100 + 60}{2} = 80\%$

— Pela Tabela 23-2, os momentos fletores na terceira seção correspondem a 89% da capacidade resistente da mesma seção (ao fletor), assim discriminados:

— Momento fletor devido à carga permanente (CP) = 22%

— Momento fletor devido à carga viva (CV) = 67%

— Total 89%

— A seção da viga avariada é capaz de suportar 80% de sua capacidade original; portanto, a capacidade nominal (classe) da ponte deve ser diminuída, para reduzir a absorção do fletor nesta seção, de 89% para 80%. Como a carga permanente permanece a mesma, o momento fletor devido à carga viva deve ser reduzido de 9%.

Momento fletor devido à carga viva (CV) = 67 - 9 = 58%.

— Como a redução do momento fletor

Digitalizado com CamScanner

devido à carga viva é, aproximadamente, proporcional à diminuição da classe, vem:

Nova classe = $40 \times \frac{58}{67} = 34{,}6$ ou classe 34.

(b) Caso 2 – pela Tabela 23-1, a resistência residual da diagonal com um flange seccionado é de 25%. Como o painel possui duas diagonais, vem:

Resistência residual do painel = ... $= \frac{25 + 100}{2} = 62{,}5\%$

– Logo, a resistência residual da treliça é = 62,5%

– Como a viga se compõe de duas treliças, uma das quais não foi afetada, a resistência residual da viga será: $\frac{62{,}5 + 100}{2} = 81\%$

– Pela Tabela 23-3, vê-se que a força cortante devida à carga permanente (CP), juntamente com a devida à carga viva (CV), absorvem 67% da capacidade resistente da segunda seção (ao cortante). Assim, se a treliça ainda tem uma resistência residual de 81%, a avaria não tem influência na classe da ponte.

(c) Caso 3 – o montante central de um painel completamente seccionado reduz a capacidade resistente à força cortante (neste painel) a zero. Com uma treliça resistindo 0% e a outra 100%, a resistência à força cortante da viga é de 50%.

– Pela Tabela 23-3, a força cortante na seção final absorve as seguintes parcelas da capacidade de resistência

– Devido à carga permanente: 21%
– Devido à carga viva: 58%
– Total 79%

– Portanto, a parcela de absorção da capacidade de resistência à força cortante devida à carga viva deve ser reduzida, para conter-se no limite residual (50%), pois, pelo cálculo anterior, constatou-se que, na classe original, haveria uma absorção de 29% a mais do que permite a seção avariada. A carga permanente é, por definição, inalterável e como a redução da percentagem da capacidade resistente (ao cortante) é diretamente proporcional à diminuição da carga, vem: 58% – 29% = 29% (percentagem máxima da capacidade de resistência à força cortante que pode ser absorvida). Em conseqüência, a nova classe da ponte será:

Nova classe: $\frac{29 \times 40}{58} = 20.$

e. Exemplo nº 2

(1) A ponte classe 40 DS de 27,43 m (90') do exemplo "d" acima tem a mesa de uma treliça, na terceira seção, a contar da final, completamente seccionada.

(2) Pedem-se: Qual é a classe da ponte danificada sem qualquer reparo ou reforço se:

(a) Caso 1 – a treliça avariada for capaz de suportar o seu próprio peso?

(b) Caso 2 – a treliça avariada não for capaz de suportar o seu próprio peso?

(3) Solução.

(a) Caso 1 – de acordo com o parágrafo 23-6, letra b, a capacidade fica reduzida à de uma ponte SS de mesmo vão ou classe 12.

(b) Caso 2 – de acordo com o parágrafo 23-6, letra b, a capacidade da ponte SS correspondente deve ser reduzida da metade do peso da treliça danificada.

– Pela Tabela 1-1 (Capítulo 1), a diferença entre os pesos dos 2 (dois) tipos de ponte (incluído o peso da passadeira para pedestres, que é de 0,17 t) é:

DS = 3,58 ton
SS = 2,93 ton
Diferença = 0,65 ton

– Portanto, a treliça avariada pesa $9 \times 0{,}65 \times \frac{1}{2} = 2{,}93$ ton, e a capacidade da ponte SS de 27,43 m (90') deve ser reduzida pela metade deste peso. Nova classe = 12 – 1,5 = 10,5 ou classe 10.

ARTIGO II

REPARAÇÃO DA PONTE

23-7. PROCESSOS DE REPARAÇÃO

a. O material do tabuleiro e as peças do contraventamento são, em princípio, substituídos por sobressalentes.

b. As pontes com painéis avariados são recuperadas por reforço da estrutura ou soldagem dos membros comprometidos.

c. Sempre que possível, deve-se dar preferência ao método de reparação por reforço, pois a soldagem pode acarretar danos imprevistos, a menos que as condições de trabalho sejam favoráveis e os executantes experimentados.

23-8. REFORÇO DAS PONTES AVARIADAS

a. **Avarias nos membros estruturais** – a redução da capacidade resistente à força cortante em virtude das avarias nos montantes e nas diagonais dos painéis pode ser superada pela adição de treliças completas, andares par-

Digitalizado com CamScanner

ciais ou, ainda, pela substituição das seções danificadas.

(1) Reparam-se as pontes SS e as de treliça dupla, com várias seções danificadas, adicionando treliças completas.

(2) Nas pontes extensas, quando a avaria estiver limitada a uma ou duas seções, a recuperação pode ser feita mediante a colocação de um andar parcial, que se estende por duas seções além das extremidades dos painéis danificados. Caso a avaria se localize na primeira ou na segunda seção, o andar parcial se estende a partir da seção final e alcança as duas seções seguintes aos painéis danificados.

(3) As pontes de andar duplo ou triplo, seriamente avariadas na seção final, são recuperadas mediante a substituição daquela seção. Para isto, ergue-se a ponte, com macacos, sobre roletes de lançamento e constrói-se nova seção adjacente à não danificada; rola-se a nova seção sobre a brecha, desmonta-se a danificada e baixa-se a ponte sobre os berços originais.

b. Avarias na mesa – as mesas externas podem ser reparadas com a aplicação de mesas de reforço suplementares. Tal reforço exige a retirada dos quadros de contraventamento do topo das pontes duplas ou triplas e sua adaptação, caso as mesas sejam oriundas de painéis danificados. Se se tratarem de avarias simultâneas na mesa, nos montantes e nas diagonais, os reparos seguem as recomendações anteriores.

c. Classe das pontes reforçadas

(1) Com andares parciais e mesas suplementares – a classe das pontes reforçadas deve ser reduzida em virtude do aumento da carga permanente (mesas suplementares ou andares parciais).

(2) Com treliça completa – a capacidade das vigas reforçadas com treliça completa é determinada pelo método de avaliação de avaria, em termos de redução da classe.

23-9. SOLDAGEM DOS COMPONENTES

a. Considerações básicas

(1) Todos os componentes da ponte de painéis podem ser reparados por soldagem.

(2) A recuperação deve ser executada cuidadosamente para evitar deformações e assegurar a ajustagem adequada de todos os componentes.

b. Pormenores

(1) As chapas de união fixadas por solda de canto são mais seguras que as fixadas por solda de topo.

(2) O material para união deve ser chapa de aço doce, com a área da seção reta cerca de 50% maior que a da seção avariada da parte em reparação.

(3) As chapas de união devem ser dispostas de forma a igualar tanto quanto possível a forma e a posição da seção danificada que estão substituindo.

(4) O comprimento mínimo, em polegadas, do filete de solda de $\frac{1}{4}$ de polegada exigido em cada extremidade da chapa de união é de dez vezes a área da seção reta da chapa, em polegadas quadradas (Fig 23-1). Assim, para um filete de solda de $\frac{1}{4}$ de polegada, L (polegadas) = 10 x A (polegadas quadradas). Caso o filete de solda tenha $\frac{3}{8}$ da polegada, o fator passa a ser 7, em vez de 10, e, assim, para um filete de solda de $\frac{3}{8}$ de polegada, L (polegadas) = 7 x A (polegadas quadradas).

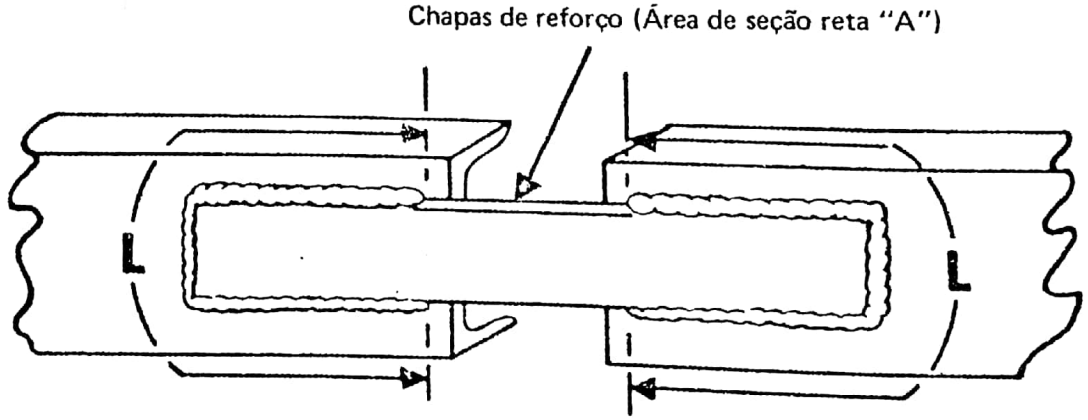


Fig 23-1. Comprimento efetivo do cordão de solda nas extremidades da chapa de reforço

c. Procedimento.

(1) Trabalho preliminar – antes da execução da solda, é necessário preparar a área em torno da fratura, cortando-se todas as rebarbas. Esta operação é sempre feita a frio.

(2) Técnica de soldagem.

(a) Tanto o aço doce, como o aço liga de baixo teor de carbono e alta resistência dos componentes da ponte, podem ser reparados ou por solda a arco elétrico ou por solda oxi-acetilênica.

Digitalizado com CamScanner

(b) Para a solda a arco elétrico, é aconselhável empregar o eletrodo blindado fortemente revestido de aço doce (Lincoln Fleetweld nº 5 ou similar), incluído no equipamento de solda a arco elétrico nº 1.

(c) Se a solda for executada pelo processo oxi-acetilênico, utiliza-se uma vareta de aço doce revestida de cobre.

d. Reparação de painéis

(1) Casos típicos das mesas danificadas e os reparos corretivos são apresentados na Figura 23-2. A Figura 23-3 mostra reparos típicos de avarias nas partes estruturais dos painéis.

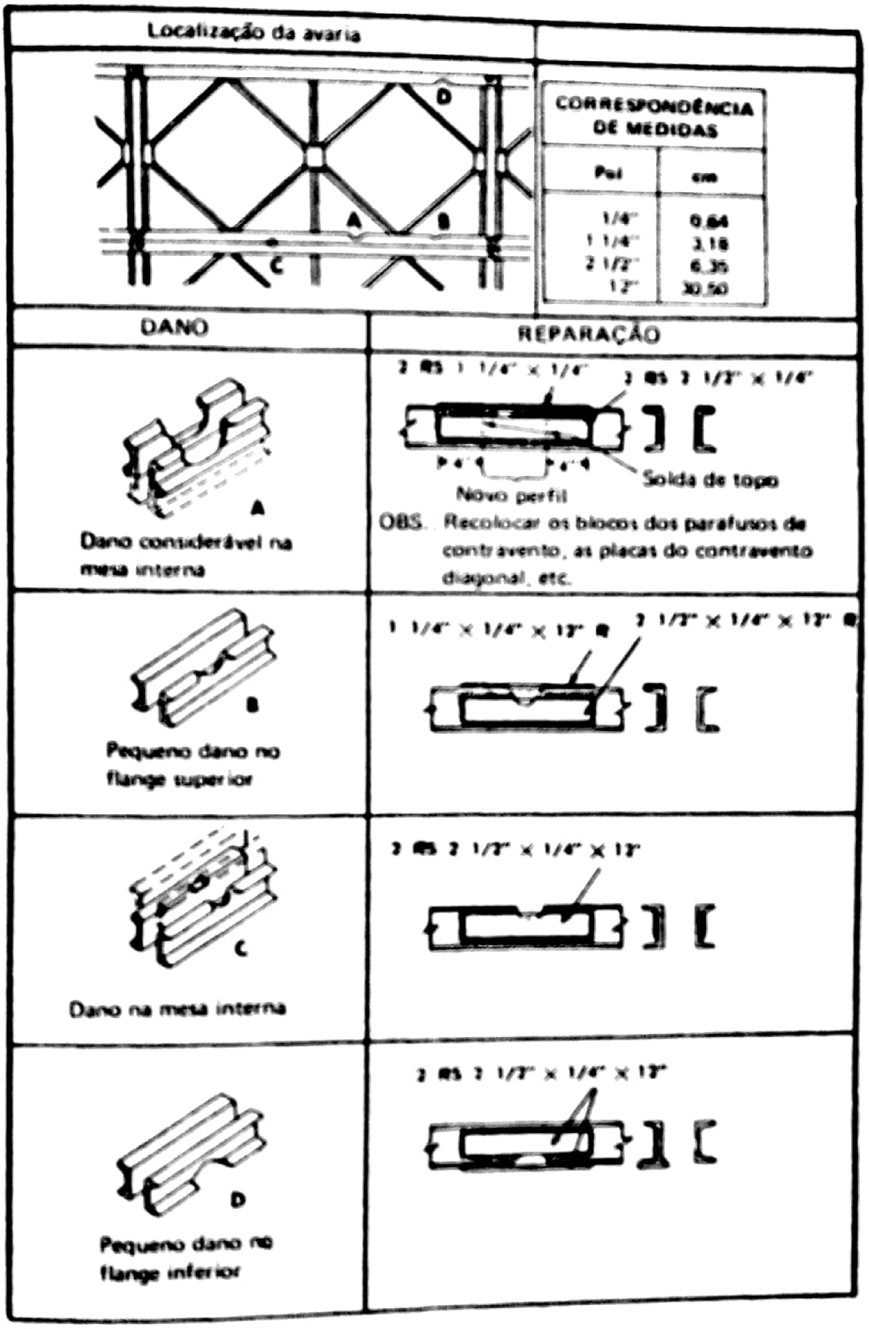
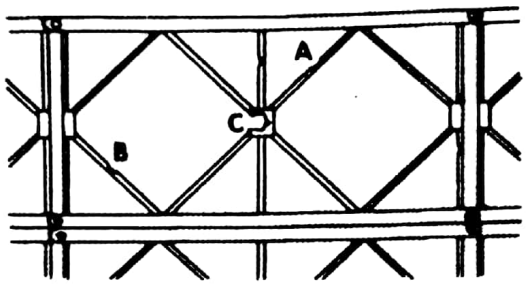


Fig 23-2. Reparação das mesas dos painéis
OBS.: Todos os filetes de solda são contínuos, com 1/4" (0,64 cm)

Digitalizado com CamScanner

LOCALIZAÇÃO DO DANO



CORRESPONDÊNCIA DE MEDIDAS

Pol	cm
1/4"	0,64
1 1/4"	3,18
1 1/2"	3,81
2 1/2"	6,35
3 1/2"	8,89
4"	10,16
5"	12,70
6"	15,24
7"	17,58
12"	30,50

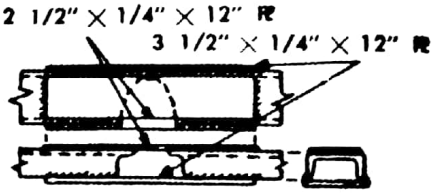
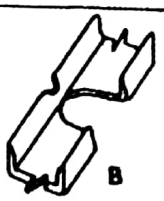
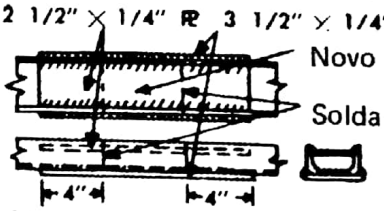
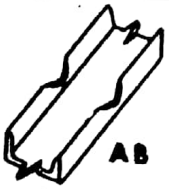
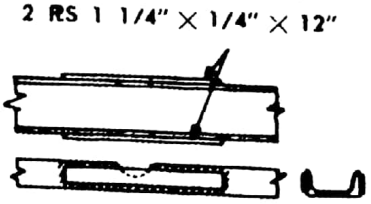
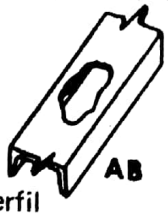
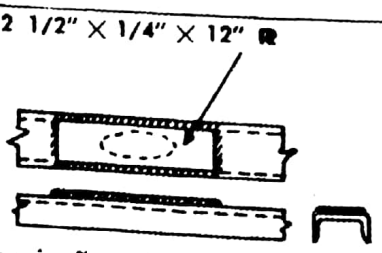
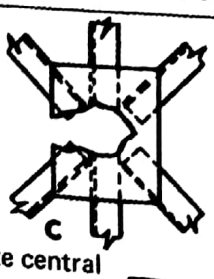
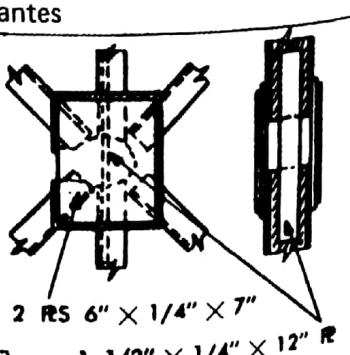
DANO	REPARAÇÃO
Dano considerável na diagonal superior	 OBS.: Se a avaria tiver extensão maior que 5", corta-se a diagonal e insere-se uma seção de perfil (com solda de topo) como se mostra abaixo.
 Dano considerável na diagonal inferior	 OBS.: Se a avaria tiver extensão menor que 5", omite-se a nova seção de perfil (como se vê acima)
 Pequenos danos nos flanges	
 Dano na alma do perfil	 Todos os tipos de reforços nas diagonais são aplicáveis aos montantes OBS.: Todos os filetes de solda são contínuos, de 1/4".
 Avaria no montante central e na chapa de reforço	

Fig 23-3. Reparação dos nós, montantes e diagonais

Digitalizado com CamScanner

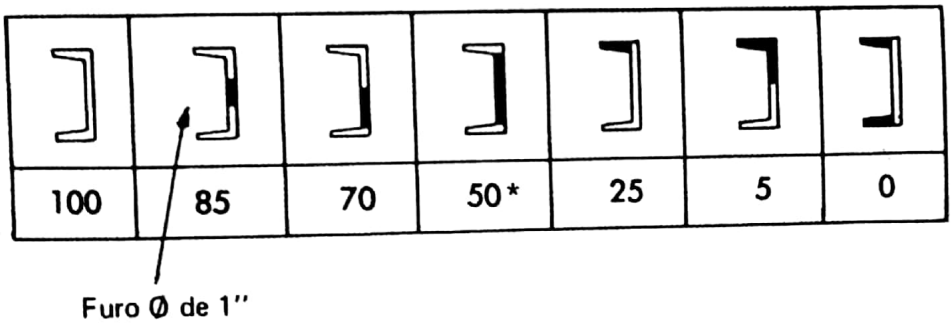
(2) Em muitos casos, é possível utilizar um conjunto padronizado de remendos. As dimensões mais comuns dos remendos padronizados são 30,5 x 8,9 x 0,64 cm (12" x 3 1/2" x 1/4"), 30,5 x 6,35 x 0,64 cm (12" x 2 1/2" x 1/4") e 30,5 x 3,8 x 0,64 cm (12" x 1 1/2" x 1/4"). A escolha do tamanho do remendo é determinada pela necessidade de se usar solda plana em todos os lugares possíveis.

e. Reparação de componentes removíveis I

(1) Os componentes removíveis podem ser reparados com o mesmo procedimento geral usado para as partes dos painéis. As chapas de união nas travessas não devem interferir com os estrados de viga ou na colocação da travessa no respectivo assento dos painéis.

(2) A soldagem de componentes mais leves deve ser feita cuidadosamente, para evitar-se distorções e perda de intercambiabilidade.

Tab 23-1. Capacidade residual dos montantes e das diagonais dos painéis danificados (expressa em porcentagem da resistência máxima da seção perfeita)



(*) – Quando a extensão do dano exceder de 6" (15,24 cm) os valores devem ser reduzidos a zero.

NOTA: O dano é indicado pela parte escurecida.

Digitalizado com CamScanner

Tab 23-2. Capacidade residual das mesas de painéis danificadas (expressa em porcentagem da resistência máxima da seção perfeita)

Defeito na viga nº 1	Defeito na vida nº 2							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	100	50*	60	60	40*	55	55	5
2	50*	50*	45*	45*	35*	30*	30*	0
3	60	45*	40	50	30*	55	25	0
4	60	45*	60	40	30*	25	55	0
5	40*	35*	30*	30*	40*	15*	15*	0
6	55	30*	55	25	15*	10	50	0
7	55	30*	25	55	15*	50	10	0
8	5	0	0	0	0	0	0	0

(*) – Quando a extensão do dano for superior a 15" (38,10 cm) o valor da resistência é nulo.
NOTA: O dano é indicado pela parte escurecida.

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 24

DESMONTAGEM E SUBSTITUIÇÃO DE PONTES

24-1. DESMONTAGEM DA PONTE

a. Seqüência do trabalho – as pontes de painéis são estruturas temporárias e devem ser substituídas, tão logo seja praticável, por pontes semi-permanentes. A ponte de painéis é desmontada na ordem inversa pela qual foi construída.

b. Seqüência – a seqüência da operação de desmontagem da ponte é exposta a seguir.

(1) Retirar as rampas, elevar a ponte, colocá-la sobre roletes de lançamento, lançar os roletes de montagem na primeira margem.

(2) Retirar os postes terminais e montar o nariz de lançamento ou a cauda de contrapeso.

(3) Rolar a ponte para trás, sobre os roletes de montagem.

(4) Desmontar a ponte e os componentes do nariz.

24-2. SUBSTITUIÇÃO DA PONTE

Enquanto a nova ponte estiver sendo construída, alguns preparativos devem ser feitos para permitir o tráfego através da brecha. Isto pode ser executado construindo-se um desvio, ou uma nova ponte, diretamente sob a ponte de painéis ou lateralmente à mesma e substituindo-se os acessos.

a. Desvio

(1) O tráfego pode ser orientado para um desvio nas proximidades, tal como uma ponte temporária ou um pontilhão, enquanto a ponte de painéis estiver sendo desmontada e a nova ponte sendo construída.

(2) Quando a ponte em construção for de duas pistas, uma delas é completada antes que a ponte de painéis seja retirada; esta pista completa atende ao tráfego enquanto a ponte de painéis estiver sendo desmontada e a segunda pista construída.

b. Construção da nova ponte sob a ponte de painéis

(1) Quando a nova ponte for construída diretamente sob a de painéis, o tráfego é interrompido apenas por um curto tempo, ou seja: enquanto a ponte de painéis estiver sendo desmontada e na ocasião do término do tabuleiro e das vias de acesso.

(2) Via de regra, as pontes danificadas são de madeira ou de alvenaria com aterro sólido.

(3) Pontes de madeira – normalmente, a ponte de madeira pode ser construída por baixo da ponte de painéis, de forma que o tráfego pode prosseguir durante a maior parte da construção. Em locais difíceis, a ponte de painéis pode ser empregada como uma plataforma de trabalho para orientar as estacas e construir os cavaletes.

(4) Pontes de arcos de alvenaria – os arcos podem ser construídos diretamente por baixo da ponte de painéis e aterrados até a mesa inferior das vigas. A seguir, o aterro é comprimido, e, se o espaço for estreito, recebe o revestimento de cobertura após a retirada da ponte de painéis.

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 25

DEMOLIÇÃO DE PONTES E DESTRUIÇÃO DOS COMPONENTES

25-1. GENERALIDADES

a. O sucesso destes processos de demolição depende do emprego de um procedimento uniforme por parte de todas as unidades do TO.

b. Todos os escalões devem ser alertados da importância da obediência aos princípios estabelecidos neste Capítulo.

c. A destruição deve impedir que o inimigo utilize a ponte completa ou os seus componentes, para uma construção normal ou improvisada.

25-2. PROCESSOS DE DESTRUIÇÃO

a. Para evitar a utilização da ponte existente, interrompem-se as treliças de forma que a mesma caia na brecha, e destroém-se os encontros.

b. Para impedir a reconstrução da ponte, procede-se à destruição de um componente essencial, dificilmente substituível. Tal componente deve ser o mesmo em todo o Teatro de Operações, de modo que o completamento não possa ser oriundo da mesma fonte. O painel é o único componente que preenche integralmente estas condições.

c. Para inutilizar o painel, basta retirar ou empenar a mandíbula fêmea da mesa inferior. A destruição da remanescente é desnecessária.

d. Ordem de destruição

(1) Inicialmente, devem-se destruir os painéis. Algumas outras peças, como as travessas úteis ao inimigo nas improvisações de pontes, também devem ser destruídas.

(2) Outros componentes, tais como estrados de vigas, rampas, macacos, roletes e ferramental, são destruídos, apenas, se o tempo o permitir e se houver disponibilidade de explosivo. Uma vez que a importância relativa destes componentes varia, segue-se a ordem de destruição dada no Parágrafo 25-3.

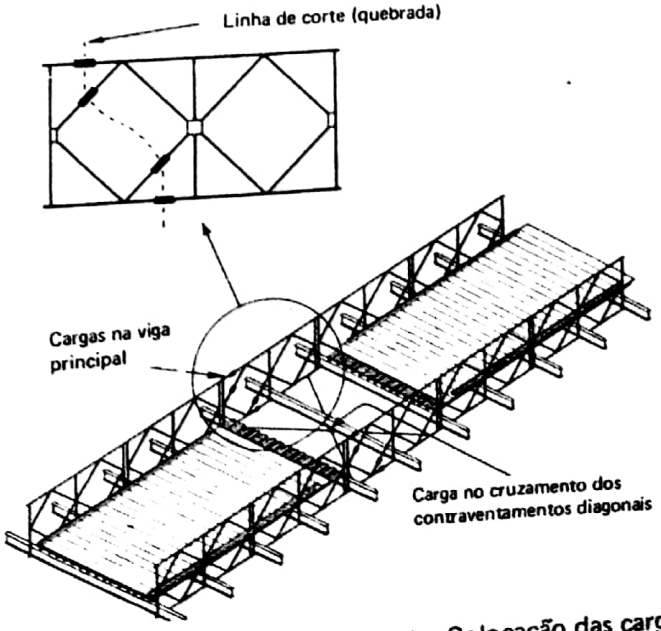


Fig 25-1. Destruição da ponte montada. Colocação das cargas

Digitalizado com CamScanner

25-3. PRIORIDADES NA DESTRUIÇÃO

A equipagem de ponte de painéis, em risco de captura pelo inimigo, deve ser demolida na seqüência abaixo.

a. Destruição da ponte lançada

(1) Ponte completa – fazer a ponte desmoronar, interrompendendo-se o vão e então destruir os encontros.

(2) Destruição dos componentes – havendo tempo suficiente, procede-se à destruição dos componentes essenciais, na seqüência descrita no subparágrafo abaixo.

b. Destruição da equipagem em estoque – as peças estocadas são destruídas na seguinte ordem.

(1) Painéis (mandíbula da mesa inferior).
(2) Travessas.
(3) Pranchões.
(4) Estrados de vigas.
(5) Macacos, roletes e material de lançamento.
(6) Demais componentes.

25-4. COLOCAÇÃO DE CARGAS PARA A DESTRUIÇÃO

a. Da ponte lançada

(1) As cargas destinadas à destruição da ponte devem causar o efeito de corte, em uma ou mais seções, em linha quebrada, para evitar que a mesma, após a explosão, continue suspensa pelas mesas das vigas.

(2) Nas pontes de andar duplo ou triplo, aumentam-se as cargas das mesas internas.

(3) Complementarmente, procede-se à destruição das peças remanescentes com cargas explosivas, e empilham-se e queimam-se as peças de madeira.

(4) A Tabela 25-1 mostra os pormenores do processo de destruição.

(5) Os encontros são destruídos segundo as instruções do C 5-25.

b. Da equipagem estocada

(1) Após a destruição dos painéis e das travessas, com auxílio de explosivos, procede-se à destruição das demais peças e sua dispersão em áreas de difícil acesso.

(2) A Tabela 25-2 mostra os pormenores do processo de destruição.

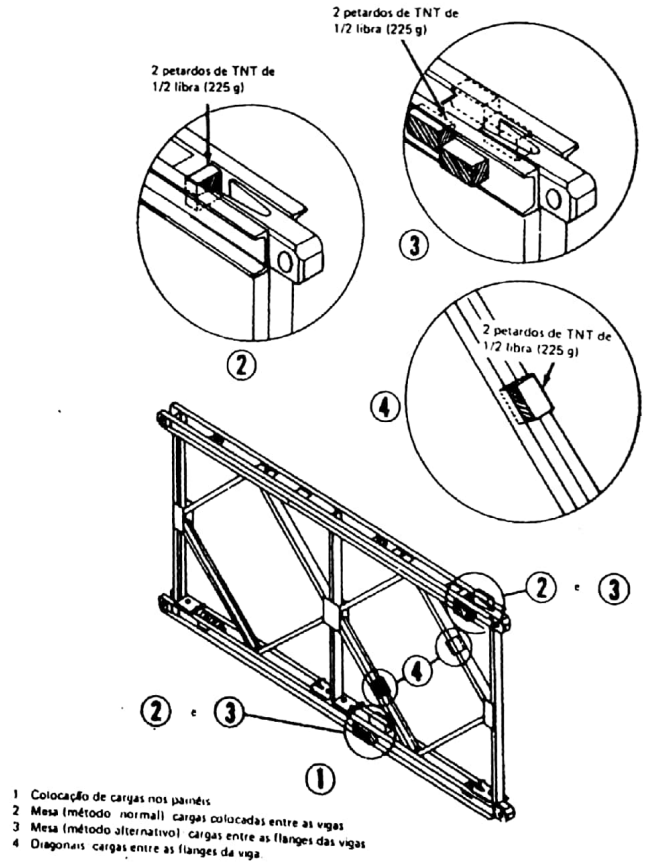


Fig 25-2. Destruição da ponte montada. Colocação das cargas para cortar o painel da viga. O enchimento não está mostrado. Consulte a Tabela 25-1 para o emprego de outros explosivos

Digitalizado com CamScanner

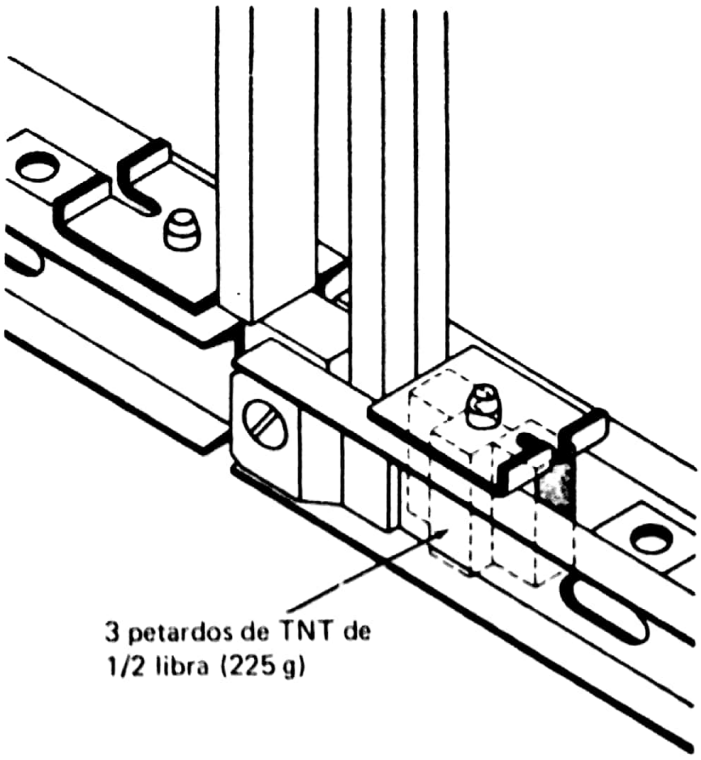


Fig 25-3. Destruição das peças na ponte montada. Destruição das mandíbulas inferiores. Colocação da carga entre os flanges da viga

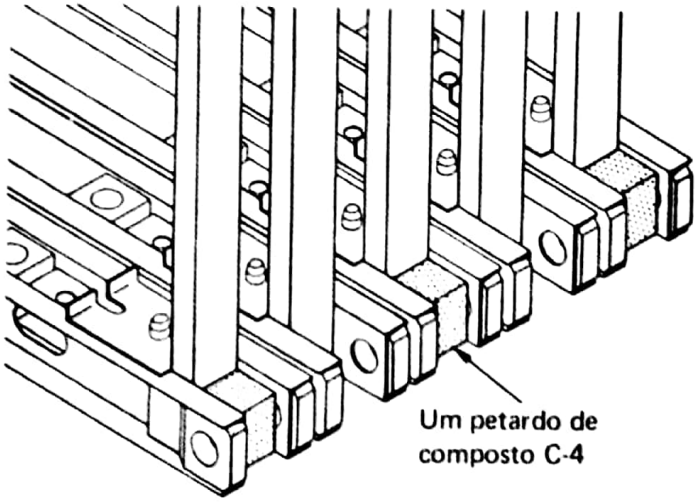


Fig 25-4. Destruição da pilha de painéis. Cargas nas mandíbulas

Digitalizado com CamScanner

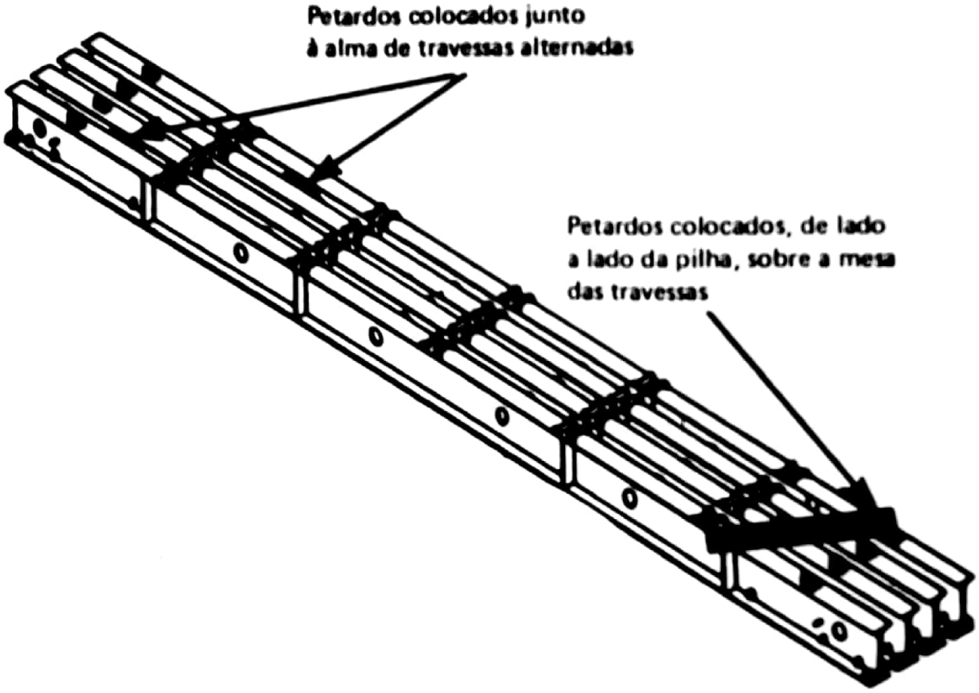


Fig 25-5. Destruição da pilha de travessas. O enchimento não está mostrado. Consulte a Tabela 25-1 para o emprego de outros explosivos.

Digitalizado com CamScanner

Tab 25-1. Destruição da ponte montada

PEÇA A SER DESTRUÍDA	POSIÇÃO DA CARGA	FIGURA DE REFERÊNCIA	OBSERVAÇÕES	EXPLOSIVO ACONSELHÁVEL	CARGA	
					UNITÁRIA	TOTAL
1) Destruição da ponte completa:	–	25-1	–	–	–	–
– Painel	– Nas mesas:	25-2	– Processo corrente:	Composição C-4	1 Lb (0,450 Kg)	2 Lb (0,900 Kg) por painel
	– Entre as duas vigas		– Emprega-se menor quantidade de explosivo. Há necessidade de enchimento. O TNT exige enchimento excessivo.			
	– Entre os flanges, de cada lado da mesa	25-2	– Processo alternativo: – É aconselhável quando se emprega TNT. Há necessidade de enchimento	TNT	1 Lb (0,450 Kg)	4 Lb (1,800 Kg) por painel
	– Nas diagonais:					
	– Entre os flanges da diagonal	25-2	– Há necessidade de enchimento.	TNT	1/2 Lb (0,225 Kg)	1 Lb (0,450 Kg) por painel
				C-4	1/2 Lb (0,225 Kg)	
– Contraventamentos diagonais	– No cruzamento dos contraventamentos	25-1	– As cargas são amarradas	TNT/C-4 ou Tetritol	2 Lb (0,900 Kg) 2 1/2 Lb (1,125 Kg)	2 Lb (0,900 Kg) por par de contravento
2) Destruição das peças na ponte montada						
– Mandíbula da mesa inferior dos painéis	– Entre as vigas da mesa inferior	25-3	– Há necessidade de considerável enchimento caso se empregue TNT	TNT	1 1/2 Lb (0,675 Kg)	1 1/2 Lb (0,675 Kg) por mandíbula
				C-4	1 1/2 Lb (0,675 Kg)	
– Travessas	– Na alma		– Há necessidade de enchimento	TNT	1 Lb (0,450 Kg)	1 Lb (0,450 Kg) por cada travessa
				C-4		
– Estrados de vigas	– Na alma de cada viga		– Coloca-se uma carga por viga do estrado. Há necessidade de enchimento.	TNT	1 Lb (0,450 Kg)	3 Lb (1,350 Kg) por estrado de viga
				C-4	1 Lb (0,450 Kg)	
– Pranchões			– Removem-se, empilham-se e queimam-se.			

Tab 25-2. Destruição da equipagem estocada

PEÇA A SER DESTRUÍDA	POSIÇÃO DA CARGA	FIGURA DE REFERÊNCIA	OBSERVAÇÕES	EXPLOSIVO ACONSELHÁVEL	CARGA	
					UNITÁRIA	TOTAL
1) Painéis						
– Empilhados vertical ou horizontalmente	– Entre as mandíbulas da mesa inferior em montantes alternados	25-4	– Há necessidade de enchimento. Os petardos de TNT não cabem nas mandíbulas.	C-4	1 Lb (0,450 Kg)	1 Lb (0,450 Kg) por 2 (dois) painéis
– Empilhados horizontalmente	– Entre as vigas da mesa inferior junto às mandíbulas	25-3	– Há necessidade de enchimento. O TNT o exige em maior quantidade uma vez que os petardos ficam muito folgados entre as vigas.	TNT	1 1/2 Lb (0,675 Kg)	
				C-4	1 1/2 Lb (0,675 Kg)	1 1/2 Lb (0,675 Kg) por cada 2 (dois) painéis
2) Travessas						
– Empilhadas lado-a-lado	– Em ângulo sobre o flange do topo – e – Entre cada duas travessas, a distâncias variáveis da extremidade	25-5	– Há necessidade de enchimento. Detonem-se simultaneamente as cargas para que as travessas fiquem empenadas e cortadas em grandes pedaços, nas almas e nos flanges do topo	TNT	– O necessário para todos os flanges. 1 Lb (0,450 Kg) entre travessas alternadas	– Aproximadamente 1 Lb (0,450 Kg) por travessa 1 Lb (0,450 Kg) por cada 2 (duas) travessas
				C-4		
– Não empilhadas	– Na alma	–	– Há necessidade de enchimento	TNT	1 Lb (0,450 Kg)	1 Lb (0,450 Kg) por travessa
				C-4	1 Lb (0,450 Kg)	
3) Pranchões	–	–	– Umedecer com gasolina ou óleo e queimar.	–	–	–
4) Demais peças			– Espalhar em largas áreas de difícil acesso.	–	–	–

Digitalizado com CamScanner

CAPÍTULO 26

EMPREGO DE CIRCUNSTÂNCIA

26-1. CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS COMPONENTES

a. As peças da equipagem podem ser usadas para montagem de estruturas improvisadas e o presente Capítulo aborda, nas Tabelas 26-1 e 26-2, as características mecânicas das peças estruturais e do material de lançamento, que necessitam ser conhecidas em tais eventualidades.

b. Em todos os casos de emprego de circunstância, devem ser considerados o coeficiente de impacto e o fator de distribuição da carga.

26-2. TABULEIRO IMPROVISADO

Na falta de pranchões e estrados de vigas, pode-se lançar a ponte com tabuleiro composto de vigas de aço ou de madeira, combinadas com pranchões não padronizados, ou então pode-se lançar uma trilha de rodagem diretamente sobre as travessas.

26-3. ALARGAMENTO DA VIA

a. Todas as viaturas usuais têm a largura entre rodas inferior a 150" (3,81 m) e, portanto, trafegam normalmente pela ponte M-2. Havendo necessidade de passar na ponte viatura de maior largura, pode-se obter o alargamento da pista de rolamento para 4,19 m (165"), com a remoção dos rodapés.

b. Neste caso, para proteger as treliças, deve-se construir uma guia de proteção de pranchões aparafusados aos painéis, logo abaixo da mesa superior do andar inferior. A guia é fixada com parafusos de cabeça com arruelas e uma chapa de aço ou uma contra-placa de madeira adicional por trás da treliça.

c. Após a transposição das viaturas mais largas, a pista deve ser reduzida à largura normal e os rodapés prontamente recolocados de forma que a ponte possa operar em sua capacidade normal. Não há necessidade de retirar a guia de proteção após a redução da largura da ponte.

d. A transposição das viaturas de lagartas nas pontes sem rodapés pode afrouxar os pregos de fixação do piso de uso, de forma que este deve ser vistoriado periodicamente e repregado onde for necessário.

e. A ponte alargada difere em capacidade da ponte padronizada, devido ao aumento da excentricidade. Assim, enquanto os rodapés estiverem removidos, deve-se calcular a capacidade da ponte, segundo a modalidade de travessia "com cautela".

26-4. PONTES SEM POSTES TERMINAIS

As pontes de andar simples podem ser construídas sem os postes terminais e os berços, processo que não é recomendado, a menos que haja absoluta necessidade. Neste caso, as travessas que suportam as extremidades dos estrados de vigas da última seção devem ser apoiadas por um dos modos constantes dos subparágrafos seguintes.

a. Travessa final não apoiada nas vigas da ponte

(1) Processo de adaptação

(a) Coloca-se a última travessa no lado externo dos montantes dos painéis, sobre fundações de madeira.

(b) Coloca-se uma travessa extra na sede extrema das seções finais.

(c) Colocam-se calços entre duas travessas que são amarradas uma na outra.

(d) As extremidades dos estrados de vigas (de tabuleiro e de rampa) devem repousar sobre a travessa externa e serem ajustados nas respectivas orelhas.

(e) Aplicam-se quadros de contraventamento entre as treliças na seção final.

(2) A Tabela 26-3 relaciona os vãos máximos de pontes que podem ser construídos por esse processo.

b. Travessa final apoiada nas vigas da ponte

(1) Processo de adaptação

(a) Adiciona-se um painel extra à treliça interna das seções finais e uma travessa na sede mais

Digitalizado com CamScanner

próxima (da ponte propriamente dita). Nesta travessa apóiam-se as extremidades dos estrados de vigas.

(b) Colocam-se escoras em todas as travessas e quadros de contraventamento entre as treliças das seções finais.

(c) As fundações de madeira estendem-se por 0,609 m (2') de cada lado da ligação dos painéis.

(d) Em todos os casos, colocam-se apoios no centro da travessa final quando os carregamentos forem superiores a 30 toneladas curtas (27,22 t).

(2) As pontes assim montadas podem suportar a mesma carga que as correspondentes em "a" acima, porém, acrescentando-se um painel a todas as treliças, podem suportar as mesmas cargas que as de mesmo vão providas de postes terminais.

26-5. PASSADIÇOS IMPROVISADOS COM PEÇAS DO TABULEIRO

a. Os componentes do tabuleiro podem ser empregados na construção de passadiços nos rios sujeitos às influências das marés.

(1) O passadiço descrito no presente Capítulo (Fig 26) tem a capacidade de 45 toneladas curtas (36,3 t) e pode ser usado na vazante, ou na montante, para embarcar viaturas pesadas, nas portadas da equipagem.

(2) A pista de rolamento do passadiço, que pode ter uma inclinação de 1:5, não é danificada pelas lagartas das viaturas pesadas, que, normalmente, provocam a ruptura de outros tipos de piso. Não obstante, a utilização dos componentes da equipagem deve ser muito bem controlada para evitar perda de material.

b. Detalhes

(1) O passadiço consiste de um tabuleiro normal da equipagem, com pranchões, rodapés e estrados de vigas apoiados sobre travessas que repousam em pedestais de rampa. Para evitar o efeito da erosão e distribuir a carga, os pedestais são apoiados sobre uma fundação de esteiras de aço e de madeira, na proporção de dois por cada travessa, espaçadas de 1,52 m (5') de centro a centro.

(2) Os espaçadores de madeira esquadriada de 0,076 x 0,101 m (3"x4") ou as escoras com calços de madeira, usados entre os pedestais, absorvem os esforços longitudinais.

(3) Inserem-se os contraventamentos diagonais nos orifícios externos existentes na alma das travessas, aí mantidos por meio de parafusos.

(4) Para evitar que o tabuleiro se levante pelo efeito da correnteza, amarram-se os botões dos estrados de vigas, nas travessas, com arame. Para se conseguir uma superfície antiderrapante, pregam-se esteiras de aço aos pranchões ou às pistas de rodagem e, como meios-fios, empregam-se rodapés de aço.

(5) Os passadiços com inclinação muito acentuada são ancorados por meio de estacas cravadas a montante e a jusante.

c. Construção

(1) Para a construção de 30,48 m (100') de passadiço, são necessários cerca de 100 homens-hora. O tempo de construção pode ser reduzido em cerca de 25%, caso sejam empregados, entre as travessas, espaçadores de madeira esquadriada ao invés de escoras.

(2) Os espaçadores são colocados ao mesmo tempo que os pedestais, antes da colocação das travessas, cujos contraventamentos diagonais não são apertados até que os estrados de vigas sejam colocados.

(3) Uma turma de manutenção deve manter ajustados os calços, contraventamentos diagonais e cabos de ancoragem.

d. Operação

(1) Na maré baixa, desde o início da construção, o passadiço pode ser empregado para carga e descarga das viaturas nas portadas. O tabuleiro em balanço ou a rampa ajustável das portadas apóiam-se na seção final do passadiço, de forma que os veículos passam diretamente da portada para ele, ou vice-versa.

(2) Quando a construção do passadiço for iniciada na maré alta, as seções podem ser acrescentadas à razão de uma por 20 minutos, à medida que o nível da maré for baixando.

(3) Na maré alta, a extremidade inferior do passadiço concluído fica submersa e as portadas são carregadas e descarregadas nas seções mais altas. A rampa ajustável, articulada na portada, cobre o espaço entre o passadiço e a extremidade interna da portada. O pontão interno pode ser encalhado na parte submersa do passadiço, porém deve-se tomar a precaução de manobrar a portada de modo que a água seja suficientemente profunda para permitir o máximo deslocamento, quando o pontão (interno) encalhar.

26-6. ÂNCORAS TIPO CAIXA IMPROVISADAS COM PAINÉIS

Pode-se improvisar, com quatro painéis soldados guarnecidos com malha de ferro de construção, uma caixa de aço destinada à ancoragem de pontes pesadas onde o rio não permite o lançamento das âncoras normais. A caixa anteriormente descrita deve ser cheia de pedras, alcançando o peso final de cerca de 10 toneladas curtas (9 t).

26-7. OUTROS EMPREGOS DE CIRCUNSTÂNCIA

a. Os componentes da equipagem podem ser usados, ainda, na construção de pontes rolantes (Fig 26-2), de torres para cabos de ancoragem, de torres para cabo aéreo, de torres para pontes pênseis (Fig 26-3) e de armações para auxiliar a carga de caminhões e outras estruturas, quando não houver disponibilidade de materiais específicos para esses tipos de construção.

b. As cantoneiras e as vigas em duplo "T" retiradas de componentes danificados podem ser utilizadas em obras de circunstância.

Digitalizado com CamScanner

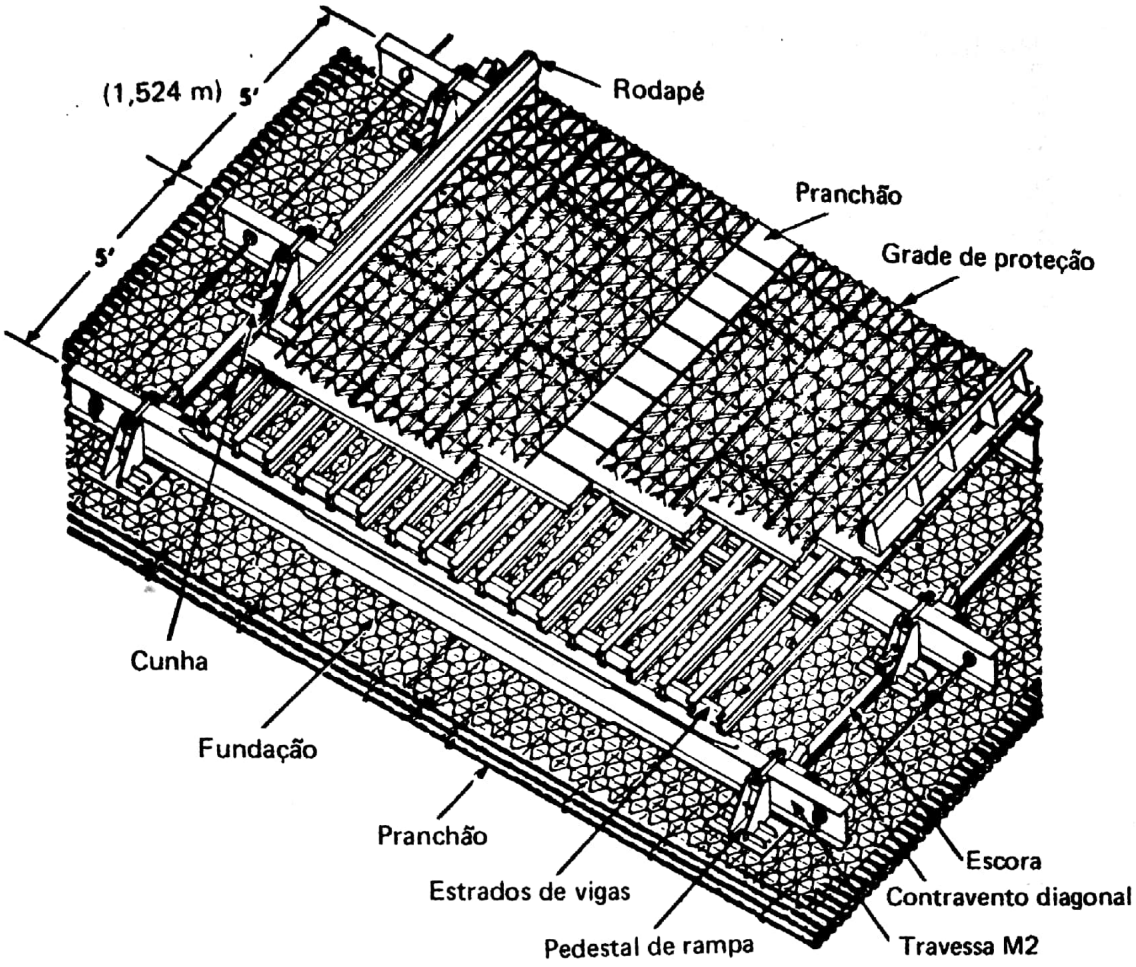


Fig 26-1. Passadiço construído com os componentes do tabuleiro

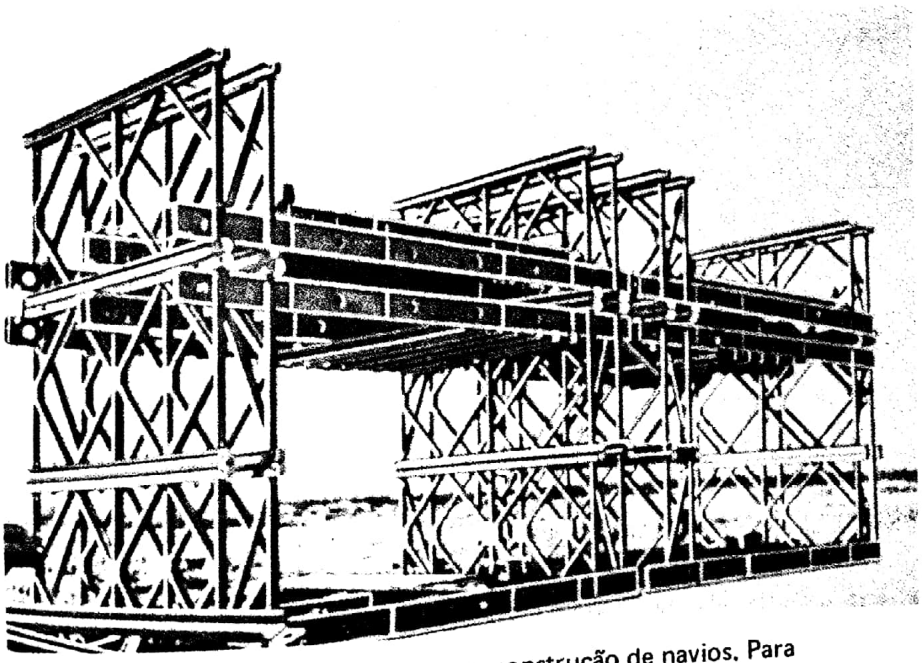


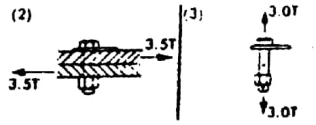
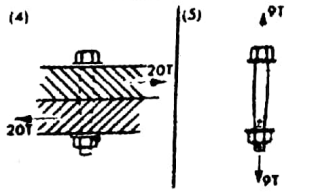
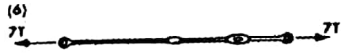
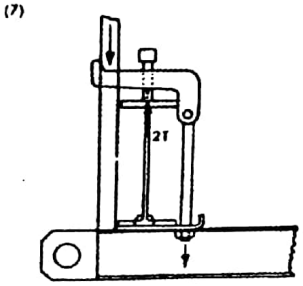
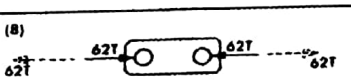
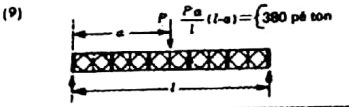
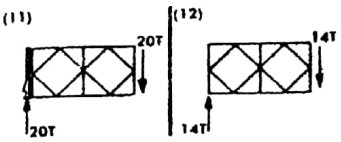
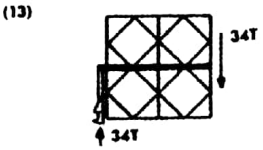
Fig 26-2. Ponte rolante para construção de navios. Para completá-la, falta o trilho e a talha móvel sobre as travessas em balanço

Digitalizado com CamScanner

Fig 26-3. Ponte pênsil construída com a Equipagem Bailey

Digitalizado com CamScanner

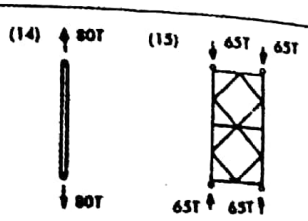
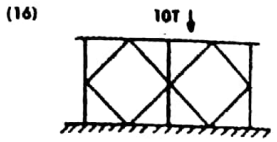
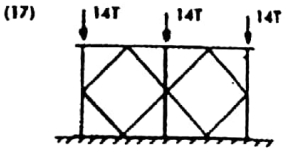
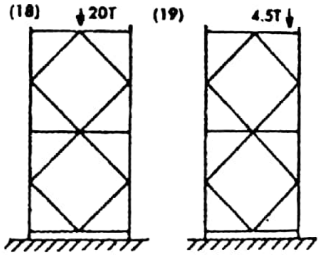
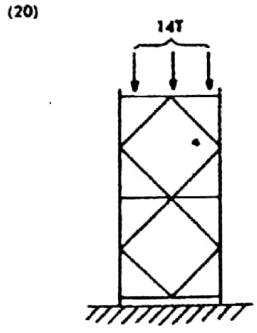
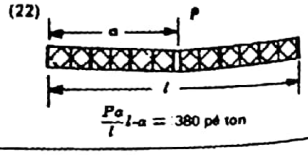
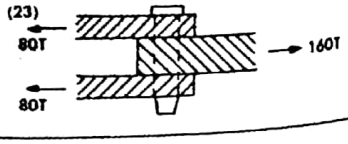
Tab 26-1. Características mecânicas dos componentes da equipagem

PEÇA	CARGA	Intensidade da carga		ILUSTRAÇÃO
		Sh ton	ton métrica	
Berço	(1) Concêntrica	45	40,82	
Parafuso de contraventamento	(2) Força cortante simples (3) Tração	3,5 3,0	3,18 2,72	
Parafuso de painel	(4) Força cortante (5) Tração	20 9,0	18,14 8,16	
Contraventamento diagonal	(6) Tração	7,0	6,35	
Braçadeira da Travessa	(7) Carga vertical máxima suportada pela braçadeira aplicada ao c	2,0	1,81	
Engate de elevação MK II	(8) Tração ou compressão	62	56,25	
Painel (como uma unidade)	(9) Momento fletor admissível			
	(10) Força cortante	20	18,14	
	(11) Força cortante admissível nas pontes de um andar com poste terminal (12) Força cortante admissível nas pontes de um andar s/poste terminal	20 14	18,14 12,70	
Painel (continuação)	(13) Força cortante admissível nas pontes de 2 ou 3 andares, com poste terminal	34	30,84	

Digitalizado com CamScanner

Tab 26-1. Características mecânicas dos componentes da equipagem

(continuação) fl. 2

PEÇA	CARGA	Intensidade de carga		ILUSTRAÇÃO
		Sh ton	ton métrica	
Mesa do painel	(14) Tração (15) Compressão	80 65	72,57 58,97	
	(16) Carga máxima entre as membruras	10	9,72	
Montantes dos painéis	(17) Carregado como uma longarina	14	12,70	
	Carregado no sentido do eixo maior (18) Carga concentrada no encontro das diagonais (19) Carga excêntrica no montante	 20 4,5	 18,14 4,08	
	(20) Cargas concentradas iguais no encontro das diagonais e adjacentes às mesas	14	12,70	
Ligação de painéis com engate de elevação do nariz de lançamento	(21) Força cortante máxima	14	12,70	
	(22) Momento fletor máximo			
Pino de painel	(23) Força cortante dupla	160	145,15	

Digitalizado com CamScanner

Tab 26-1. Características mecânicas dos componentes da equipagem

(continuação) fl. 3

PEÇA	CARGA	Intensidade de carga		ILUSTRAÇÃO
		Sh ton	ton métrica	
Poste terminal	(24) Compressão	25	22,68	(24) 25T ← → 25T
	(25) Carga concentrada (quando empregado como viga, suportado pelos orifícios)	6,0	5,44	(25) 6T
Escora	(26) Tração ou compressão	6,0	5,44	(26) 6T 6T 6T 6T
Estrado de vigas de rampa	(27) Momento fletor máximo p/viga (28) Momento fletor do conjunto, quanto carregado no meio			(27) $\frac{Pa}{l}l-a=$ { 8 pé Sh ton (de rampa) / 1.9 pé ton (de tabuleiro) } (28) $\frac{Pl}{4}=$ { 16 pé Sh ton (de rampa) / 4.9 pé Sh ton (tabuleiro) }
Estrado de vigas de tabuleiro	(27) Momento fletor máximo p/viga (28) Momento fletor do conjunto, quando carregado no meio.			
Travessa M2 (posição normal)	(29) Momento fletor máximo			(29) a = 0 a 0,341 e 0,661 a 1,101 $\frac{Pa}{l}(l-a)=$ 56 pé Sh ton; a = 0,341 a 0,661 $\frac{Pa}{l}(l-a)=$ 64 pé ton
	(30) Força cortante máxima	19	17,23	(30) 19T 19T
Travessa M2 (posição de lado)	(31) Momento fletor máximo			(31) a = 0 a 0,341 e 0,661 a 1,01 $\frac{Pa}{l}(l-a)=$ 7,5 pé ton; a = 0,341 a 0,661 $\frac{Pa}{l}(l-a)=$ 10,2 pé ton
	(32) Esforço cortante, seção mais larga	96	87,00	(32) 96T 96T
	(33) Esforço cortante, seção reduzida	42	38,10	(33) 42T 42T

Digitalizado com CamScanner

Tab 26-2. Classes dos vãos máximos das pontes Bailey sem postes terminais ou painéis adicionais (travessia "normal")

VÃO		TIPO		
		SS	DS	TS
Pés	Metros	CLASSE		
20 (a)	6,10	30/30		
30 (a)	9,14	20	75(c)/65	
40 (a)	12,19	17	50/50	
50 (a)	15,24		40/40	75(c)/70
60 (a)	18,29		35/35	60/60
70 (a)	21,34		30/30	50/55
80 (a)	24,38		30/30	45/50
90 (a)	27,43		27/30	45/50
100 (a)	30,48		25	40/45
110 (b)	33,53		24	35/40
120 (b)	36,58			30/35
130 (b)	39,62			24

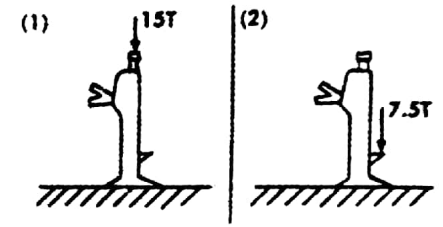
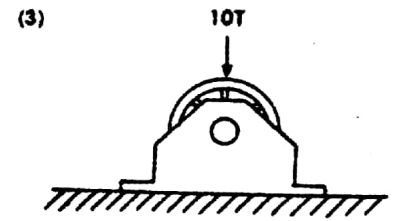
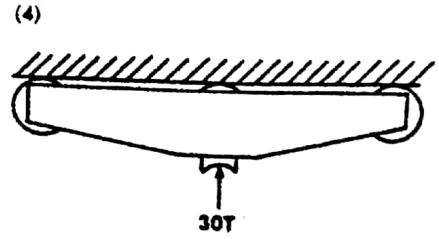
OBSERVAÇÕES – (a) Força cortante máxima (com acréscimo de 15% para impacto e excentricidade da carga, já computados).

(b) O momento fletor limita a classe da ponte como se fosse provida de postes terminais.

(c) Para classe igual ou superior a 75, usar 4 travessas por seção.

Digitalizado com CamScanner

Tab 26-3. Capacidade do material de lançamento

PEÇA	CARGA	Intesidade da Carga		ILUSTRAÇÃO
		Sh Ton	Ton métrica	
Macaco	(1) Carga na cabeça	15	13,61	
	(2) Carga na lingueta	7,5	6,80	
Rolete de montagem	(3) Carga máxima	10	9,72	
Rolete de lançamento	(4) Carga máxima	30	27,22	

Digitalizado com CamScanner

ÍNDICE ALFABÉTICO

ASSUNTOS

A

	Prf	Pag
Abaixamento da ponte		
— (de andar duplo)	10–18	10–5
— (de andar simples)	9–15	9–12
— (de andar triplo)	11–17	11–5
— (lançada por vigas sucessivas)	20–5	20–8
Abreviaturas (usadas no Manual)	1–2	1–1
Acabamento da ponte (lançada por vigas sucessivas)	20–7	20–9
Alargamento da via	26–3	26–1
Alavanca de painel	2–32	2–14
Âncoras tipo caixa improvisadas com painéis	26–6	26–2
Apoios das seções de rampa	9–16	9–14
Apoios para as travessas das extremidades	8–3	8–6
Apoios para rampas	8–2	8–5
Áreas de apoio das peças da equipagem	8–5	8–8
Arrastamento e esquadriamento da viga em posição	20–6	20–9
Avaliação das avarias	23–6	23–2

B

	2–33	2–15
Barra de transporte	2–18	2–6
Berço	2–6	2–2
Braçadeira da travessa		

C

	23–5	23–2
Cálculo da força cortante do momento fletor	8–4	8–7
Cálculo das áreas das fundações	18–4	18–9
Capacidade (dos pilares)	12–1	12–1
Características (da estrada de acesso)	17–10	17–9
Características (das pontes contínuas sobre pilares)	26–1	26–1
Características mecânicas dos componentes	4–3	4–2
Carregamento (outro plano)	4–2	4–1
Carregamento-tipo	2–10	2–4
Chapa de ligação	2–31	2–14
Chaves		
Classes	17–12	17–11
— (das pontes contínuas sobre pilares)	10–6	10–1
— (das pontes de andar duplo)		

Digitalizado com CamScanner

	Prf	Pag
– (das pontes de andar triplo)	11–6	11–2
– (das pontes de duas vias)	13–3	13–1
– (das pontes de tabuleiro superior)	3–5	3–3
– (das pontes descontínuas sobre pilares)	17–3	17–3
– (das pontes de tabuleiro superior, tipo plataforma)	14–3	14–2
– (das pontes ferroviárias)	15–3	15–2
Classificação dos tipos de pontes	3–1	3–1
Colocação de cargas para a destruição	25–4	25–2
Colocação dos roletes	7–3	7–2
Composição (do nariz de lançamento)		
– (das pontes de andar simples)	9–5	9–1
– (das pontes de dois andares)	10–8	10–1
– (das pontes de três andares)	11–8	11–2
Condicionantes (para escolha do local de lançamento)	5–1	5–1
Conseqüências da localização das avarias	23–2	23–1
Conservação (da estrada de acesso)	12–3	12–1
Construção (da estrada de acesso)	12–2	12–1
Construção da primeira seção da ponte		
– (dupla-dupla)	10–11	10–3
– (dupla-simples)	9–8	9–3
– (tripla-dupla)	10–15	10–4
– (tripla-simples)	9–12	9–8
Construção das demais seções da ponte		
– (dupla-dupla)	10–12	10–4
– (dupla-simples)	9–9	9–5
– (tripla-dupla)	10–16	10–4
– (tripla-simples)	9–13	9–8
Construção do pilar	18–8	18–17
Contraventamento diagonal	2–9	2–3
Contraventamento superior com suportes de contraventamento	11–10	11–2
Contraventamento superior sem suportes de contraventamento	11–11	11–2
Conversão da ponte		
– dupla-simples em dupla-dupla	10–20	10–6
– dupla-simples em tripla-simples	9–20	9–16
– simples-simples em dupla-simples	9–19	9–16
Cuidados com as peças estruturais e com o material de lançamento	22–1	22–1

D

Descrição geral		
– (da equipagem)	1–4	1–2
– das peças especiais (para construção de pilares)	18–3	18–3
– (das pontes de duas vias)	13–2	13–1
– (das pontes de tabuleiro superior)	3–4	3–3
– (das pontes ferroviárias)	15–2	15–1
– (do gabarito para demarcar o canteiro de trabalho)	7–6	7–9
Desmontagem da ponte	24–1	24–1
Destacamentos de trabalho e tempo de montagem		
– (de pontes de andar triplo)	11 - 5	11–2
– (de pontes de dois andares)	10 - 5	10–1
– (de pontes de dupla via)	13 - 8	13–7
Disposição da equipagem (no canteiro de trabalho)	7 - 2	7–1
Disposição dos roletes (para lançamento por vigas sucessivas)	20–2	20–4
Distribuição da força cortante e do momento fletor	23–4	23–1

Digitalizado com CamScanner

	Prf	Pag
E		
Emprego da equipagem em pontes ferroviárias	15–1	15–1
Emprego (de pilares e torres de painéis)	18–1	18–1
Emprego (do gabarito para demarcação do canteiro de trabalho)	7–7	7–9
Engate de elevação do nariz de lançamento (descrição)	2–37	2–16
Engates de elevação do nariz de lançamento (emprego)	9–6	9–2
Escora	2–7	2–3
Estrado de passadeira para pedestre	2–22	2–8
Estrado de vigas de rampa	2–20	2–7
Estrado de vigas de tabuleiro	2–13	2–5
Estudos preliminares (para escolha do local de lançamento)	5–2	5–1
Extrator de pinos	2–36	2–16
F		
Finalidade (do Manual)	1–1	1–1
Fundações:		
– (cálculo das áreas)	8–4	8–7
– para as placas-base e berços dos roletes de lançamento	8–1	8–1
– (para montagem das pontes de andar duplo)	10–2	10–1
– (para montagem das pontes de andar simples)	9–2	9–1
– (para montagem das pontes de andar triplo)	11–2	11–1
– (trabalhos preliminares)	7–5	7–7
G		
Gabaritos	3–11	3–4
Generalidades:		
– (sobre componentes estruturais da ponte)	2–1	2–1
– (sobre destruição de pontes)	25–1	25–1
– (sobre nariz de lançamento das pontes de dois andares)	10–7	10–1
Guias (para controle do tráfego)	21–1	21–1
H		
Histórico (da equipagem)	1–3	1 - 1
L		
Lançamento	10–17	10–4
– (das pontes de andar duplo)	9–14	9–8
– (das pontes de andar simples)	11–16	11–5
– (das pontes de andar triplo)	14–6	14–5
– (das pontes de tabuleiro superior tipo plataforma)		
Lançamento (das pontes descontínuas sobre pilares)	17–7	17–8
– com auxílio de uniflotes	17–5	17–6
– como ponte contínua	17–6	17–8
– pelo método das vigas simples	15–5	15–9
Lançamento das pontes ferroviárias	20–4	20–5
Lançamento das vigas	13–4	13–1
Limitações (das pontes de dupla via)	13–9	13–7
Locação dos roletes (das pontes de dupla via)		

Digitalizado com CamScanner

	Prf	Pag
M		
Macaco	2–29	2–13
Macaco de mesa	2–35	2–15
Manutenção (das pontes contínuas sobre pilares)	17–15	17–15
Manutenção (das pontes descontínuas sobre pilares)	17–9	17–9
Material da equipagem (tipos de carregamento)	4–1	4–1
Material (necessário para organizar o canteiro de trabalho)	7–9	7–10
Mesas de reforço de equipagem	16–4	16–2
Método básico (para determinação da classe das pontes avariadas)	23–1	23–1
Método (de reforçamento das pontes)	10–19	10–5
Métodos de lançamento		
— (das pontes de andar duplo)	10–3	10–1
— (das pontes de andar simples)	9–3	9–1
— (das pontes de andar triplo)	11–3	11–1
— (das pontes descontínuas sobre pilares)	17–4	17–6
Métodos de montagem:		
— (das pontes de andar duplo)	10–4	10–1
— (das pontes de andar simples)	9–4	9–1
— (das pontes de andar triplo)	11–4	11–1
— (das pontes triplas-simples)	9–10	9–7
— e lançamento (das pontes contínuas sobre pilares)	17–13	17–13
Métodos de operação dos macacos (nas pontes contínuas sobre pilares)	17–14	17–14
Montagem:		
— (da ponte dupla-tripla)	11–14	11–3
— (das pontes com andar pendente) partindo de uma ponte de duplo andar	11–20	11–6
— (das pontes com andar pendente) usando pilar de lançamento temporário	11–19	11–5
— (das pontes contínuas sobre pilares)	17–11	17–9
— (das pontes descontínuas sobre pilares)	17–2	17–2
— (das pontes de tabuleiro superior tipo plataforma)	14–5	14–2
— (das pontes ferroviárias)	15–4	15–2
— das seções de rampa	9–17	9–14
— das vigas	20–3	20–4
— de circunstância dos pilares	18–7	18–13
— (de pilares)	18–2	18–1
— e lançamento (das pontes de dupla via)	13–10	13–7
— padronizada dos pilares	18–6	18–9
N		
Nariz de lançamento (composição)		
— (das pontes de andar simples)	9–5	9–1
— (das pontes de dois andares)	10–8	10–1
— (das pontes de três andares)	11–8	11–2
Nariz de lançamento (montagem)		
— (da ponte dupla-dupla)	10–10	10–2
— (da ponte dupla-simples)	9–7	9–3
— (da ponte dupla-tripla)	11–13	11–3
— (da ponte tripla-dupla)	10–14	10–4
— (da ponte tripla-simples)	9–11	9–8
Nariz de lançamento (engates de elevação)	9–6	9–2
Necessidades de métodos especiais (para montagem da ponte tripla-tripla)	11–15	11–3
Número de peças e reserva (para montagem de pontes de dupla via)	13–5	13–1

Digitalizado com CamScanner

	Prf	Pag
O		
Organização do canteiro de trabalho		
– (das pontes de andar duplo)	10–1	10–1
– (das pontes de andar simples)	9–1	9–1
– (das pontes de andar triplo)	11–1	11–1
Outros empregos de circunstância	26–7	26–2
P		
Painel	2–2	2–1
Parafuso de contraventamento	2–11	2–4
Parafuso de painel	2–12	2–4
Parafuso de rodapé	2–16	2–5
Passadiços improvisados com peças do tabuleiro	26–5	26–2
Pedestal de rampa	2–21	2–7
Pessoal (para organizar o canteiro de trabalho)	7–8	7–10
Pino curto de painel	2–4	2–2
Pino de painel	2–3	2–1
Placa-base	2–19	2–7
Placas-base (colocação)	7–4	7–7
Planejamento (para o lançamento)	5–4	5–2
Pontes		
– com mesas de reforço suplementares	3–7	3–3
– contínuas (sobre pilares)	3–8	3–4
– de duas vias (de tabuleiro inferior)	3–3	3–2
– de duas vias reforçadas	13–11	13–8
– descontínuas (sobre pilares)	3–9	3–4
– de via única (de tabuleiro inferior)	3–2	3–1
– em locais limitados	19–1	19–1
– ferroviárias construídas durante a 2ª Guerra Mundial	15–7	15–12
– (ferroviárias) de circunstância e expedientes utilizados	15–6	15–11
– reforçadas com andares parciais de treliça	3–6	3–3
– sem postes terminais	26–4	26–1
Pormenores da montagem (das pontes de duas vias)	13–7	13–4
Poste de corrimão	2–24	2–8
Postes terminais	2–17	2–6
Pranchão	2–14	2–5
Preparo do local (para o lançamento de pontes)	7–1	7–1
Pressupostos básicos (para lançamento por vigas sucessivas)	20–1	20–1
Principais características (da equipagem Bailey)	1–6	1–5
Prioridades na destruição	25–3	25–2
Procedimento		
– (para conversão de pontes)	9–18	9–15
– (para preparo do canteiro de trabalho)	7–10	7–10
Processo de lançamento		
– com auxílio de plataformas	19–5	19–4
– com cauda de lançamento e contrapeso	19–3	19–3
– com emprego do nariz de lançamento invertido	19–4	19–4
– com montagem frontal contrabalançada	19–6	19–4
– com nariz de lançamento e contrapeso	19–2	19–2
– de lances múltiplos por flutuação (lances fixos)	19–10	19–6
– de pontes bi-apoiadas lançadas por flutuação	19–11	19–6
– giratório	19–7	19–4
– por flutuação	19–9	19–5
– sem roletes	19–8	19–4

Digitalizado com CamScanner

	Prf	Pag
Processos (de montagem)		
— (da ponte tripla-dupla)	10–13	10–4
— (do nariz de lançamento das pontes de andar triplo)	11–7	11–2
Processos de destruição (de pontes)	25–2	25–1
Processos de montagem		
— (da ponte dupla-dupla)	10–9	10–2
— (da ponte dupla-tripla)	11–12	11–2
— (de pontes com andar pendente)	11–18	11–5
— (do contraventamento superior)	11–9	11–2
Processos de reparação (de pontes avariadas)	23–7	23–3
Projeto (de pontes reforçadas)	16–1	16–1
Projeto padronizado (das pontes de tabuleiro superior tipo plataforma)	14–4	14–2
Projetos recomendados (para pontes de tabuleiro superior tipo plataforma)	14–2	14–1

Q

Quadro de contraventamento	2–8	2–3

R

Rampas		
— (apoios das seções)	9–16	9–14
— (montagem das seções)	9–17	9–14
Reconhecimento (do local de lançamento)	5–3	5–1
Reforçamento		
— com andar parcial	16–2	16–1
— com mesas suplementares de reforço	16–3	16–1
Reforço das pontes avariadas	23–8	23–3
Relação das tarefas	6–3	6–1
Relação do material para os pilares	18–5	18–9
Resistência residual dos membros danificados do painel	23–3	23–1
Restrições de tráfego	21–2	21–1
Restrições quanto à classe — exemplo	3–10	3–4
Rolete de lançamento	2–26	2–12
Rolete de montagem	2–27	2–12
Rolete de travessa	2–28	2–12

S

Sapata do macaco	2–30	2–13
Sapatas	2–38	2–16
Sinalização da ponte	21–3	21–1
Soldagem dos componentes (avariados)	23–9	23–4
Substituição da ponte	24–2	24–1
Supervisão (das operações de construção)	6–1	6–1
Suporte do contraventamento superior	2–25	2–9
Suporte do estrado da passadeira	2–23	2–8

T

Tabuleiro improvisado	26–2	26–1
Tempo necessário para as várias operações (de montagem e lançamento)	6–4	6–3
Tenaz de transporte	2–34	2–15
Tipos de estruturas	1–5	1–3
Tipos (de pontes descontínuas sobre pilares)	17–1	17–1
Transformação de pontes de única via em pontes de duas vias	13–12	13–8
Transporte (do material para pontes de duas vias)	13–6	13–4

Digitalizado com CamScanner

	Prf	Pag
Travessa	2–5	2–2
Turmas de manutenção	22–2	22–1
Turmas de trabalho	6–2	6–1

U

Utilização (das pontes de tabuleiro superior tipo plataforma)	14–1	14–1
Utilização (das pontes de duas vias)	13–1	13–1
Utilização dos macacos sobre os pilares	17–8	17–8

V

Vigota de rodapé	2–15	2–5

Digitalizado com CamScanner

INDICE ALFABÉTICO

TABELAS

	Nº	Pag
A		
Abreviaturas usadas para descrever o pilar de painéis	18–1	18–22
C		
Capacidade		
– das cargas-tipo	4–13	4–10
– das fundações	7–1	7–12
– do material de lançamento	26–3	26–9
– dos pilares construídos com o conjunto de articulação padronizado	18–3	18–24
– residual das mesas de painéis danificadas	23–2	23–8
– residual dos montantes e das diagonais dos painéis danificados	23–1	23–7
– resistiva das peças empregadas nos pilares	18–2	18–23
Características mecânicas dos componentes da equipagem	26–1	26–5
Carga tipo		
– nº 1 – Material de fundação e lançamento	4–3	4–5
– nº 2 – Nariz de lançamento	4–4	4–6
– nº 3 – Painel	4–5	4–6
– nº 4 – Travessa	4–6	4–7
– nº 5 – Tabuleiro	4–7	4–7
– nº 6 – Rampa	4–8	4–7
– nº 7 – Passadeira	4–9	4–8
– nº 8 – Sobressalentes	4–10	4–8
– nº 9 – Contraventamento superior	4–11	4–9
– nº 10 – Conjunto de montagem de pilar	4–12	4–9
Classes das pontes		
– contínuas de lances diferentes	3–6	3–10
– contínuas de lances iguais	3–5	3–10
– de dupla via	13–2	13–11
– de tabuleiro inferior – via única	3–1	3–6
– de tabuleiro superior	3–2	3–7
– reforçadas com andares parciais	3–3	3–8
– reforçadas com mesas de reforço suplementares	3–4	3–9
Classes dos vãos máximos das pontes Bailey sem postes terminais ou painéis adicionais (travessia "normal")	26–2	26–8
Combinações para o lançamento de pontes:	10–1	10–8
– dupla-dupla	9–2	9–19
– dupla-simples	11–1	11–8
– dupla-tripla	9–1	9–18
– simples-simples	10–2	10–9
– tripla-dupla		

Digitalizado com CamScanner

	Nº	Pag
— tripla-simples	9–3	9-20
— tripla-tripla	11–2	11-9
Composição do nariz e peso de lançamento das vigas de treliças múltiplas	20–3	20-13
Comprimentos máximos das pontes contínuas de dupla via que podem ser elevados com macacos operando no suporte intermediário (a)	13–5	13-15
Comprimentos máximos das pontes contínuas de dupla via que podem ser elevados com macacos operando no suporte intermediário (b)	13–6	13–15
Comprimentos máximos dos lances adjacentes que podem ser erguidos ou baixados dos suportes intermediários, com macacos	17–1	17–16
— (segundo o esquema da Figura 17-19)	17–2	17–17
— (segundo o esquema da Figura 17–20)	4–2	4–4
Conjunto de montagem de pilares	20–2	20–12
Contrapeso necessário para as vigas de treliças, segundo seus tipos, nos diversos vãos		

D

Dados complementares para o lançamento	10–3	10–10
— de pontes de andar duplo	9–5	9–22
— de pontes de andar simples	11–3	11–10
— de pontes de três andares	25–2	25–5
Destruição da equipagem estocada	25–1	25–5
Destruição da ponte montada	19–1	19–8
Distância à retaguarda necessária para o lançamento das pontes bi-apoiadas		

E

Emprego dos engates de elevação do nariz de lançamento	9–4	9–21
Equipagens de pontes de painéis tipo Bailey M2	4–1	4–3
Equivalência entre a capacidade das pontes de dupla via (com uma delas reforçada) e as pontes normais	13–7	13–16

F

Formulário para o cálculo das peças e sobressalentes das pontes de duas vias e respectivos narizes de lançamento	13–3	13–12

M

Material necessário para construção de pilares de painéis	18–4	18–25
Material necessário, por seção, para construção de vários tipos de ponte	5–1	5–3
Momentos fletores e forças cortantes máximas causadas pelos carregamentos Cooper E-45	15–2	15–14

N

Número-classe de algumas viaturas e equipamentos do Exército	3–7	3–11
Número de macacos e roletes necessários	2–2	2–18
Número de peças necessárias, segundo os tipos e vãos das pontes	2–1	2–19
Número de turmas de descarga	6–2	6–6
Número necessário de treliças, segundo os vãos das pontes Bailey ferroviárias	15–1	15–13

O

Organização das turmas de construção	6–1	6-5
Organização das turmas de construção (pontes de dupla via)	13–4	13-14

Digitalizado com CamScanner

	Nº	Pag
P		
Parâmetros para o lançamento		
– com nariz de lançamento e contrapeso	19–2	19–9
– com cauda e contrapeso	19–3	19–10
Peças necessárias para a montagem das vigas treliçadas	20–1	20–11
Peso da Ponte de Painéis, tipo Bailey M2, por seção	1–1	1–6
Peso das vigas simples e múltiplas	20–4	20–14
Pontes de dupla-via, de tabuleiro superior, tipo plataforma, construídas no TO Europeu na 2ª Guerra Mundial	14–1	14–6
Porcentagem da capacidade resistente absorvida pela força cortante e momento fletor em cada seção e comprimento de ponte	23–3	23–9
Principais dimensões das pontes Bailey	3–8	3–11
R		
Reação dos apoios para diversos tipos de pontes ferroviárias	15–3	15–15
Reações dos pilares e pontos de suporte dos painéis nas pontes contínuas	17–3	17–18
Reações máximas, em toneladas, das placas-base e dos roletes de lançamento sobre as fundações em cada apoio	8–1	8–9
T		
Taxa de resistência do solo à compressão	8–2	8–10
Tempo previsto para a construção diurna	6–3	6–7
Tipos de fundações necessárias	7–2	7–13
Tipos de pontes ferroviárias construídas com equipagem Bailey no TO Europeu	15–4	15–16
Tipos, vãos máximos e peso, por seção, das pontes de painéis de duas vias	13–1	13–10

Digitalizado com CamScanner

DISTRIBUIÇÃO

1. ÓRGÃOS	
Gabinete do Ministro	1
Estado-Maior do Exército	50
DEP, DEC, DGS e DMB	1
DT, DFA, DEE, DPET, DOM, DOC e DMM	1
DME	6
BIBLIEX e EGGCF	2
2. GRANDES COMANDOS E GRANDES UNIDADES	
Exércitos e Comandos Militares de Área	1
Regiões Militares	1
Divisões e Brigadas	1
Grupamentos de Engenharia de Construção	2
Grupamentos de Fronteira e Grupamento Leste Catarinense	1
Artilharias Divisórias e ACos/1ª RM	1
3. UNIDADES	
Inf, Cav, Art, Com e Ap Log	1
Eng (BE Cmb)	10
Eng (BE Cnst e B Fv)	6
4. SUBUNIDADES (autônomas ou semi-autônomas)	
Eng	2
5. ESTABELECIMENTOS DE ENSINO	
ECEME, IME e EsIE	4
EsAO	50
AMAN	110
CPOR e NPOR/Eng	35
EsSA	70
EsMB e CIGS	1
6. OUTRAS ORGANIZAÇÕES	
EMFA, EMA, EMAer e ESG	1
DRME	4
MMBIP	5

Digitalizado com CamScanner

Este manual foi elaborado com base em anteprojeto apresentado pela Diretoria de Material de Engenharia (DME).

Digitalizado com CamScanner

EGGCF

Desde 1949

"Gráfica do Exército" - Compromisso com a Qualidade.

Impresso na oficina do
Estabelecimento General Gustavo Cordeiro de Farias - "Gráfica do Exército"
Al. Mal. Rondon, S/N - Setor de Garagens - QGEx - SMU - CEP:70630-901 - Brasília - DF
DDG: 0800-6012323 - Tel: 3415-4248 - RITEX: 860-4248 - Fax: 3415-5829
Site: www.eggcf.eb.mil.br - E-mail: divcom@eggcf.eb.mil.br

Digitalizado com CamScanner